



IUT 3 Paul Sabathier – Auch
Génie Biologique option Agronomie
24 Rue d'Embaquès
32000 AUCH France

Fédération Française de Spéléologie
Commission Scientifique
28 Rue Delandine
69002 LYON France

Rapport de stage

Inventaires de la faune souterraine

Le 14 juin 2018





Tuteur de stage :
Josiane LIPS
Présidente Commission scientifique FFS

Maël BRENGUER
mael.brenguer@gmail.com
Seconde année DUT – 2016/2018



Photo de couverture : ***Lithobius piceus piceus*****, Maël Brenguer** ; La grotte Perret (FR-73), 12/05/2018. Corps de 1,5 cm (16941 LIPS)

Remerciements

Je tiens dans un premier temps à remercier très sincèrement Josiane Lips pour m'avoir permis de réaliser ce stage et ainsi découvrir la biospéologie. Je la remercie tout particulièrement d'avoir pris le temps de m'initier à cette discipline, en me permettant de participer à l'ensemble des étapes propres à cette activité, en m'accompagnant et en partageant ses connaissances, et par la suite d'avoir su me faire confiance.

Je souhaite aussi remercier Josiane et Bernard Lips avec lesquels les échanges théoriques et pratiques en spéléologie m'ont permis d'apprendre les bases nécessaires à la compréhension de ce milieu et de cette activité.

Je voudrais aussi remercier l'ensemble des personnes que j'ai pu rencontrer durant ce stage, avec lesquelles les échanges ont été très enrichissants, et tout particulièrement Bernard Lebreton dont le travail bibliographique et les connaissances en matière de biospéologie m'ont permis d'avoir un autre regard sur le sujet. Je tiens aussi à remercier Jean-Pascal Grenier et Marcel Meyssonnier de m'avoir aidé sur différents sujets et d'avoir également partagé leurs connaissances sur la biospéologie. Je remercie par ailleurs mon club de spéléologie, Spéléo Corbières Minervois (SCM), de m'avoir initié à la spéléologie et d'avoir été présent lors du stage de biospéologie dans l'Aude (11), ainsi que les stagiaires avec lesquels les échanges ont été très intéressants à tout point de vue.

Je tiens à remercier une nouvelle fois Josiane Lips qui m'a permis de réaliser des stages de formation et de rencontrer un certain nombre de personnes très intéressantes qui m'ont permis d'approfondir et de découvrir de nouvelles connaissances. Je tiens de ce fait à remercier également ces personnes pour avoir accepté de partager leurs savoirs : Phil Withers (spécialiste des diptères), Marie-José Olivier (spécialiste des *Niphargus*) et la société linnéenne de Lyon[1].

Je tiens, pour finir, à remercier mon professeur-tuteur de stage Jean-Michel Nance, qui a su être présent, a répondu à mes interrogations, mais surtout a partagé ses connaissances et sa passion sur les invertébrés lors des cours de première année à l'IUT.

[1] http://www.linneenne-lyon.org

Sommaire

Liste des tableaux et figures

• **Liste des tableaux** :

Rapport :

Annexes :

• **Liste des figures** :

Rapport :

Annexes :

Sigles et Abréviations

APPB : Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope

CPEPESC : Commission de Protection des Eaux, du Patrimoine, de l'Environnement, du Sous-sol et des Chiroptères

DOM-TOM : Départements et Territoires d'Outre-Mer

FFS : Fédération Française de Spéléologie

FR : France

GEB : Groupe d'Étude de Biospéologie

GPS : Global Positionning System, un système de géolocalisation par satellite

gr : Groupe, ici groupe cellarius : ce terme s'emploie lorsque plusieurs espèces d'un même groupe ne sont pas discernables sans dissection

INPN : Inventaire National du Patrimoine Naturel

MEDDE : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie

MNHN : Muséum National d'Histoire Naturelle

RNN : Réserve Naturelle Nationale

RNR : Réserve Naturelle Régionale

SCM : Spéléo Corbières Minervois

sp. : *species* en latin et en anglais, au singulier = une espèce. La mention « sp. » signifie que l'espèce (voire le genre ou la famille) n'est pas déterminée, soit parce que la détermination est impossible (individu juvénile ou individu d'un sexe ne permettant pas l'identification) soit parce que le spécialiste du groupe n'a pas encore rendu de réponse

spp. : *species* en latin ou en anglais, au pluriel = des espèces. La mention « spp. » désigne le fait qu'il y a probablement plusieurs espèces (voire genres ou familles) différents

Introduction

Présentation de la structure d'accueil

La Fédération Française de Spéléologie* (FFS[2]) est une association française fondée le 1er juin 1963 à Millau. Elle est issue de la fusion de la Société Spéléologique de France fondée le 1er février 1895 par Edouard-Alfred Martel (1859-1938) et du Comité National de Spéléologie, fondé le 28 mai 1948. Le siège social, situé initialement au 130 rue St Maur, dans le 11ème arrondissement de Paris, a été transféré à Lyon par décision de l'Assemblée Générale du 08 juin 2003. En 2017 on compte près de 6 947 licenciés répartis dans les 450 clubs présents sur le territoire ainsi que dans les Départements et Territoires d'Outre-Mer (DOM-TOM).

Cette fédération est investie d'une mission de service public par le Ministère de la Jeunesse et des Sports et a été reconnue d'utilité publique. Elle est également reconnue comme une association de protection de la nature et elle a obtenu l'agrément du Ministère de l'Environnement. Elle a donc pour objectif le maintien ou la restauration d'un certain état, dit naturel, de notre environnement de vie. Il s'agit le plus souvent de mettre en évidence et d'informer sur les impacts de l'activité humaine, d'agir auprès des institutionnels ou des entreprises, et d'organiser ou d'émuler la restauration de zones dégradées. Pour cela la FFS possède divers moyens d'actions soutenus par l'activité de six pôles la structurant, et regroupant des commissions suivant leur domaine de compétences : pôles enseignement ; santé et secours ; patrimoine, sciences et environnement ; vie associative ; développement ; communication et publications.

La Fédération Française de Spéléologie a pour but :

- D'unir toutes personnes pratiquant la spéléologie et le canyonisme pour l'exploration du milieu souterrain naturel et artificiel,
- de participer à la recherche scientifique, la promotion et l'enseignement de la spéléologie et du canyonisme, la protection et la défense du monde souterrain et de son environnement,
- d'apporter son concours et celui de ses adhérents à des missions de sécurité civile, de prévention, de formations et d'opérations de secours en milieu souterrain, dans des cavités* naturelles ou artificielles, noyées ou à l'air libre.
- d'organiser, seule ou en association, des manifestations ayant un rapport avec la spéléologie ou la descente de canyons.

---

[2] https://www.ffspeleo.fr/

Présentation de l’Étude Biospéologique : inventaire de la faune souterraine

Très rapidement, au sein de la FFS, une discipline a vu le jour liant son activité au domaine des naturalistes, la Biospéologie*. Elle consiste à étudier et à inventorier les organismes vivants dans le milieu souterrain. Elle fait partie de la Commission Scientifique de la FFS, présidée par Josiane Lips (voir l’organigramme de la FFS en annexe 1 : figure 11), qui pilote également le Groupe d’Etude de Biospéologie (GEB[3]). Le GEB permet de rassembler les passionnés de cette discipline afin de communiquer les résultats et d'organiser des rencontres, comme des stages de formation, et de pouvoir participer à des inventaires de faune souterraine.

La faune souterraine peut être définie comme étant la faune que l’on retrouve à l’intérieur des grottes*. Elle comprend des organismes inféodés exclusivement à ce milieu, mais aussi des organismes profitant de ce milieu ainsi que ceux qui s'y retrouvent « par erreur ». Lors d’un inventaire biospéologique, on s’intéresse aux organismes présents à l’intérieur de la cavité mais aussi à ceux qui sont dans la zone de pénombre et dans la zone d’entrée (ou porche* d’entrée), zone où la vie est abondante et peu étudiée.

L’étude des organismes vivant dans le milieu souterrain est assez récente. Ce n’est que depuis la fin du XIXème siècle en France que les premiers recensements ont vu le jour. Le recensement faunistique des grottes a occupé les entomologistes puis les zoologistes jusqu’aux années 1930. René Jeannel (1879-1965) fut un des premiers à initier et à contribuer à ces référencements (Le Pennec, 2007). Les organismes inféodés à ce milieu présentent des formes d’adaptation morphologique et physiologique, à cet environnement, remarquables. Ces formes d’adaptation sont endémiques, favorisant la pérennité de la vie dans milieu souterrain. La découverte de nouvelles espèces est toujours d’actualité.

Au cours de ce stage, il m’a été permis d’intégrer la Commission scientifique de la FFS, dirigée par Josiane Lips, mon maître de stage. Son travail sur la biospéologie a débuté en 1991. Cette commission est composée de quatre personnes pour le bureau : Josiane Lips (présidente), Vincent Schneider (président adjoint), Bernard Lebreton (trésorier) et Alexandre Zappelli (secrétaire). On y retrouve par ailleurs quatre personnes supplémentaires pour la direction nationale et une quarantaine de représentants au Conseil technique.

---

[3] https://environnement.ffspeleo.fr/biospeologie/

Missions principales

La thématique principale de ce stage portait sur la contribution à des inventaires de la faune souterraine, ainsi qu'à la participation de la finalisation de l'inventaire de la faune souterraine de Franche-Comté (tri, comptes rendus et diaporamas), étude se déroulant de 2014 à 2018.

Pour cela, durant ce stage mes missions ont été diversifiées. Tout a commencé par du travail sur le terrain, dans le milieu souterrain, afin de réaliser les observations et les prélèvements (figure 1). Pour cela j'ai pu participer à quelques sorties (collectes) afin de m'initier à différentes méthodes pour la réalisation d'un inventaire de la biodiversité (dans l'Aude (11), dans le massif de la Chartreuse (73), à la grotte d'Azé (71) et dans les souterrains de Lyon (69)). Ensuite il a fallu trier les prélèvements sous une loupe binoculaire et identifier la faune collectée à l'aide de clés de détermination. Les échantillons issus de cette collecte ont été archivés dans une base de données. Enfin, j'ai participé à la rédaction du rapport sur l'inventaire de la faune souterraine de Franche-Comté ainsi qu'à la mise en forme des résultats sous forme de diaporamas.

➔ Dans ce rapport de stage, une première partie sera consacrée à une présentation générale du milieu, du matériel et des méthodes employées, nécessaires à la réalisation d'inventaires de faune souterraine. La seconde partie sera consacrée aux résultats d'observations et d'analyses bibliographiques concernant les conditions de vie dans ce milieu ainsi qu'à certaines identifications et inventaires effectués.



Figure 1 : Prélèvement sous terre, Marie Guérard (SCM) ; Grotte de la Balme Traversière (FR-11), 06/05/2018. Récolte sur l'eau d'un gour par Maël Brenguer (SCM)

1. Présentation du milieu, matériel et méthodes

1.1. Présentation générale du milieu

Dans un premier temps pour réaliser un inventaire de la faune souterraine il faut pouvoir se rendre dans ce milieu. Des pré-requis et du matériel sont indispensables afin de pouvoir progresser dans ce que l'on appelle gouffre*, caverne*, cavité ou grotte. La spéléologie n'est pas une discipline qui s'improvise du jour au lendemain, il est nécessaire de connaitre les conditions environnementales caractéristiques de ce milieu avant de pouvoir y pénétrer.

Tout d'abord, la majorité des grottes sont formées dans des roches calcaires, on parle de formation karstique. Les roches calcaires sont d'origine sédimentaire, elles sont constituées en grande partie de carbonate de calcium ($CaCO_3$), mais on y trouve une certaine proportion de substances insolubles. Ces grottes se sont formées à partir de divers phénomènes (comme la tectonique des plaques) dont le principal, à l'origine de ce que l'on qualifie de réseau souterrain, est l'eau. L'eau, grâce à ses actions d'érosion, à partir des fissures pré-existantes, dissout la roche calcaire. La teneur de la roche en substances insolubles est l'un des paramètres influençant la formation des réseaux souterrains. En effet, après dissolution de la roche-mère, ces résidus insolubles colmatent les fissures et les cavités, et ralentissent fortement la formation de la grotte. Si la concentration en substances insolubles est trop importante, le terrain calcaire ne donne même pas naissance aux cavernes. Le carbonate de calcium est peu soluble dans l'eau pure. La mise en solution de quantités importantes de calcaire dépend en grande partie de la teneur en dioxyde de carbone (CO_2) et de l'eau (provenant de diverses sources) (Thinès & Tercafs, 1972). Ces réseaux, formés à l'échelle du temps géologique par l'eau ruisselant de la surface vers les entrailles de la terre, voient alors des changements de conditions environnementales complètement différentes du milieu extérieur. L'eau, pourtant source de vie, coule vers un monde où les conditions de vie ne sont pas si clémentes.

Au fur et à mesure que l'on pénètre dans ce milieu, la luminosité diminue, jusqu'à devenir totalement absente. Chaque cavité possède ainsi un ensemble de caractéristiques qui lui sont propres : une formation géologique, une humidité relative, une température, la présence ou non de l'eau, la circulation de l'air et une quantité de dioxyde de carbone dans l'eau et l'air. La température ne varie que très peu au sein d'une grotte durant une année, celle-ci est assez stable. Néanmoins elle varie de 2°C à plus de 20°C en fonction de la cavité, sous l'influence directe de sa localisation, de son altitude et d'autres facteurs. En règle générale on qualifie cette température comme étant la moyenne des températures annuelles relevées en surface. L'humidité est également variable, certaines grottes sont

totalement sèches mais elles sont plutôt rares. La majorité des grottes ont une humidité relative pouvant être comprise entre 80% jusqu'à 100%.

Ainsi, un spéléologue doit obligatoirement avoir un matériel rudimentaire et spécifique afin de pouvoir progresser dans ce milieu, en sécurité et dans de bonnes conditions (annexe 2 : figure 12) :

- Un casque équipé d'une lampe, car on n'est jamais à l'abri d'une chute de pierres, de se cogner contre la paroi ou une concrétion*, et aussi pour savoir où l'on va et où l'on met les pieds,

- une tenue adaptée à la température et à l'humidité et protégeant des frottements contre la roche et la glaise* présentes dans certaines cavités. En effet certains passages peuvent être très étroits ce qui abime les vêtements,

- certaines cavités présentent des puits* que l'on doit descendre en rappel sur une corde (attachée à des points d'ancrages introduits dans la paroi lors de l'exploration ou d'un rééquipement) mais que l'on doit également remonter. Pour cela il faut être équipé d'un baudrier, d'un descendeur, de longes avec des mousquetons, d'un croll (bloqueur de poitrine) et d'une poignée d'ascension. D'autres matériels, que je n'évoquerai pas dans ce rapport, sont également nécessaires pour réaliser une exploration afin d'équiper la grotte dans le but de la découvrir entièrement.

La spéléologie est une activité nécessitant un ensemble de connaissances et de techniques nécessaires à la progression en sécurité dans un milieu qui peut devenir rapidement très hostile. Pour cela il faut être sûr de ce que l'on fait.

1.2. Réalisation des prélèvements dans le milieu souterrain

« Il y a trois cents ans à peine, l'homme moderne ignorait tout d'une vie animale sous la terre, jusqu'à son existence même. […] Après la révélation du protée et de quelques autres habitants des profondeurs, les savants croient d'abord à des cas extrêmement rares et même uniques : ces découvertes ne peuvent donc avoir de suite. On a compris depuis, à mesure que s'allonge l'inventaire des espèces observées, que la vie cavernicole* est un phénomène très général qui s'étend à tous les continents du monde et couvre les animaux les plus divers. Leur liste est désormais si longue qu'aucun ouvrage existant n'est capable de les citer tous. Une autre raison « toute bête », fait que les hommes n'ont su déceler plus tôt la richesse vivante dissimulée dans les grottes. » (Siffre, 1979).

Par la pratique de la spéléologie et l'observation de ces milieux explorés a pu naitre la biospéologie, dont la vie est révélée à partir de la fin du XVIIème siècle. Depuis les hommes se sont intéressés à toute la faune peuplant le milieu, découvrant des espèces remarquables, notamment parmi les invertébrés : « La grande majorité des espèces hypogées*, du moins dans nos régions, mesurent seulement quelques millimètres (je parle ici des formes véritablement cavernicoles, dites « troglobies* », qui de toute leur existence ne quittent jamais l'habitat souterrain ; on trouve des animaux beaucoup plus grands parmi les hôtes de passage ou ceux qui vivent sporadiquement dans les grottes sans être condamnés à une vie cavernicole permanente). Des animalcules* de dimension aussi modeste, même s'ils ont des caractéristiques surprenantes quand on apprend à les connaître, passent néanmoins inaperçus aux yeux d'un visiteur de grottes mal informé ou indifférent. Pour que soit mis en lumière l'extraordinaire profusion de la faune souterraine, il a fallu attendre l'arrivée d'authentiques spécialistes de la zoologie des cavernes, complètement attentifs à la présence d'organismes souvent minuscules.» (Siffre, 1979).

Lors de la réalisation d'un inventaire biospéologique il convient d'observer et d'identifier tous les organismes qui résident dans la cavité. Il est donc nécessaire de prendre le temps de chercher les biotopes favorables au développement de la faune : parois des entrées, fissures, gours*, suintements, matières organiques (guano*, bois, restes de nourriture, etc.), zone de semi-pénombre avec des milieux favorables sous les pierres au sol ou dans les anfractuosités des parois. Certaines espèces peuvent être facilement reconnaissables avec de simples photographies, et n'ont donc pas besoin d'être récoltées. Mais ce n'est pas toujours le cas, il est donc nécessaire de réaliser des prélèvements pour déterminer certaines espèces avec précision.

Différentes techniques de prélèvements existent, une partie est présentée ci-dessous (à vue, appâts, extraction par Berlèse ou piégeage), et nécessitent du matériel spécifique (annexe 2 : figures 13-14-15-16) :

- **À vue :** Pour le déplacement et le stockage du matériel nécessaire il est conseillé d'utiliser un « sac banane » ou une pochette accrochée au baudrier pour faciliter la manipulation et l'efficacité lors des récoltes (annexe 2 : figure 13). Une fois devant un organisme, il est judicieux de le prendre en photo avant de le prélever. L'outil permettant la collecte dépend de l'organisme et des techniques propres à chacun. Il faut veiller néanmoins à être réactif mais délicat, car certains organismes sont très rapides et peuvent s'échapper facilement.

Les organismes terrestres, de petite taille (de l'ordre du millimètre), peuvent être collectés à l'aide de l'aspirateur à bouche n°1 (annexe 2 : figure 15) ou bien avec un pinceau préalablement imbibé d'alcool ou d'eau de façon à le coller. L'aspirateur permet de les

piéger vivants à l’intérieur, le temps de la sortie. Le prélèvement des organismes un peu plus grands peut être réalisé avec une pince (souple ou rigide) permettant leur préhension. Si une photographie a été prise, il convient de placer l’organisme, seul, dans un tube Eppendorf avec le numéro de la photographie correspondante de façon à ne pas mélanger les échantillons. Ce numéro est écrit avec un crayon à papier sur un morceau de papier. En effet seul le crayon à papier ne s’effacera pas au contact de l’alcool à 95% (ou 70% au pire des cas) contenu dans ces tubes. Cet alcool a pour but d’ôter la vie à cet organisme et de pouvoir le conserver dans cet état pendant longtemps. Les échantillons présents dans l’aspirateur à bouche n°1 sont également traités avec de l’alcool, mais une fois la collecte terminée. Si plusieurs individus similaires sont placés dans cet aspirateur et que des photos ont été prises, il sera alors généralement impossible de faire correspondre la photo à l’individu. Un autre type d’aspirateur peut être utilisé afin de placer l’individu récupéré dans un tube indépendant. Pour cela on utilise l’aspirateur à bouche n°2, l’organisme peut être soufflé à l’intérieur d’un tube (cela demande une certaine rapidité pour ne pas le laisser s’enfuir).

Pour les organismes aquatiques plusieurs méthodes existent. On peut les attraper avec une petite épuisette à maille fine, lorsqu’ils sont visibles. Des tamis peuvent être utilisés pour récupérer des sédiments susceptibles d'être présents dans le réseau d’eau actif. On peut éventuellement se servir de l’aspirateur à bouche n°1, mais on ne pourra plus l'utiliser pour récupérer de la faune terrestre par la suite car les parois du tube seront adhésives avec l’eau présente à l’intérieur.

- **Appâts :** Ils peuvent être placés sous des pierres pour attirer la faune présente aux alentours. Par exemple, un morceau de saucisson ou de fromage attire une diversité assez importante d’organismes. Il ne faut pas laisser ces appâts trop longtemps en place, et penser à revenir quelques jours plus tard pour récupérer les organismes situés dessus ou autour. Le laisser trop longtemps comporte un risque : celui de voir des prédateurs (par exemple des coléoptères (staphylins) carnivores) manger tous les animaux s’approchant de la source de nourriture. Pour la faune aquatique, de la nourriture peut être introduite dans une bouteille préalablement préparée, puis immergée (cette méthode permet de piéger assez bien les organismes).

- **Extraction par Berlèse :** Il est possible de réaliser des prélèvements de milieux (guano, terre, glaise, feuillages), contenant généralement des organismes, pour ensuite réaliser ce que l’on appelle une extraction par Berlèse. Cette méthode consiste à placer le milieu prélevé sur une grille dans un entonnoir en positionnant un flacon d’alcool en sortie de ce dernier. En plaçant de la lumière au-dessus cela éclaire et chauffe le milieu. Les organismes fuyant la lumière et la chaleur produite, s’enfoncent dans le milieu et finissent

par glisser dans l'entonnoir pour enfin tomber dans l'alcool (une extraction est laissée jusqu'à ce que le milieu devienne complètement sec) (annexe 2 : figure 16).

- **Piégeage :** Des filets à mailles fines peuvent être utilisés pour piéger la faune aquatique emportée par le courant. Pour cela on les positionne en des lieux stratégiques ou aux résurgences et sources à l'extérieur (annexe 2 : figure 14). Il faut bien sûr penser à venir les récupérer, comme n'importe quel piège, au bout de quelques heures ou quelques jours. Pour les organismes terrestres il existe des techniques mais ces dernières ne sont employées que très rarement par les membres du GEB, car elles peuvent se révéler destructrices pour la faune. Des pièges fixateurs et conservateurs ont été mis au point, comme le piège Barber. De la même façon des pièges à eaux peuvent être placés pour attirer des collemboles par exemple.

Dans la majorité des cas, les collectes sont réalisées simplement à vue comme le montre la figure 2 ci-dessous. Néanmoins, certaines espèces sont protégées et ne doivent pas être récupérées. On peut citer par exemple, les chauves-souris (les chiroptères) où seule l'identification visuelle est autorisée. C'est également le cas de certains coléoptères, dont le genre *Trichaphaenops* Jeannel, 1916, rentrant dans la catégorie des troglobies. Les autres organismes qui ont pu être récupérés peuvent alors être identifiés plus précisément une fois à l'extérieur.



Figure 2 : Prélèvement sous terre, France 3 Occitanie ; Gouffre de Cabrespine (FR-11), 07/05/2018. Récolte de collemboles par Maël Brenguer

1.3. Identification des spécimens

« Ils viennent du fond des âges avec leurs formes et leurs couleurs étranges ; ils semblent défier en permanence les lois de la nature ; leur univers est celui de la nuit éternelle des abîmes terrestres : ce sont les animaux des gouffres et des cavernes. » (Siffre, 1979).

Mettre un nom sur un animal relève d'un travail complexe. Cela demande du temps, mais cette chronophagie forme l'expérience nécessaire à cette pratique. Il est nécessaire de lire, rassembler la littérature et communiquer avec d'autres taxonomistes pour s'informer des avancées dans le domaine. La détermination précise au rang de l'espèce relève parfois de préparations complexes de certaines parties, de l'animal, à monter sur des lames pour microscopes. La diversité du monde animal, du monde vivant en général, est telle qu'un zoologiste ne peut pas prétendre déterminer toutes les espèces. Pour donner un ordre de grandeur, on compte aujourd'hui plus d'un million et demi d'espèces dans l'embranchement des arthropodes. En somme, pour être capable de déterminer les différentes espèces il est nécessaire d'être spécialiste d'un groupe animal. En effet, les termes employés pour décrire la morphologie, l'anatomie de l'animal, et les techniques d'observation changent quand on observe les différents ordres du monde vivant. La littérature nécessaire ne tiendrait même pas dans un bureau. Même si cela peut tenir dans un ordinateur, il serait trop complexe d'être précis et de déceler toutes les subtilités caractéristiques de chaque espèce.

Pour identifier des organismes il est nécessaire d'utiliser des clés de détermination. Le monde vivant est classé depuis Carl Von Linné (1707-1778) selon des critères morphologiques et évolutifs permettant de les identifier. Leur appartenance est nommée et répertoriée depuis 1758 par Linné. Un nom est attribué lors de la découverte et de la description d'un nouvel organisme, ce nom est dans le domaine scientifique écrit en latin ou en grec. Ce domaine relève de la taxonomie* où la nomenclature binomiale associe le nom d'un taxon* suivi du nom de celui qui l'a décrit et la date de publication. Lorsque ce nom et cette date sont écrits entre parenthèses cela signifie que l'individu a été classé, après sa première description, dans un genre différent.

Le monde vivant est ainsi divisé selon un arbre évolutif où les caractéristiques acquises par les différents organismes lors de l'évolution ont permis de les classer. On y retrouve, entre autres, à chaque nœud de cet arbre, l'embranchement, la classe, l'ordre, la famille, le genre et l'espèce. Dans la nomenclature actuelle, chaque nœud peut également être sous-divisé, comme par exemple en sous-classe, infra-classe… Pour aboutir à une telle classification il a fallu de longs travaux, observations et recherches sur le monde vivant, initiés notamment par Charles Darwin (1809-1882). Cela a permis d'aboutir à des

caractéristiques morphologiques, physiologiques, et aujourd'hui génétiques propres à ces différents groupes. Ces caractéristiques sont recensées et permettent d'établir des clés pour identifier et déterminer les organismes que nous pouvons observer. Ces clés de détermination reposent sur une succession de choix, d'alternatives, portant sur les caractères d'un spécimen, grâce à ses attributs. Les clés, présentant souvent deux possibilités alternatives lors de chaque étape, sont appelées « clés dichotomiques ». Cependant certaines étapes peuvent présenter trois ou davantage d'options alternatives, ces clés sont alors appelées « polytomiques ».

Pour la détermination, les spécialistes et les amateurs utilisent une loupe binoculaire permettant de grossir l'image de ce qu'ils observent. Cela permet de bien voir des détails présents sur l'animal qui ne sont pas visibles à l'œil nu. En effet ce matériel est nécessaire lorsque l'on veut observer chez une araignée par exemple, l'organe reproducteur, le nombre de griffes, les filières, les yeux… Ces détails doivent généralement être connus pour déterminer la famille, le genre ou l'espèce de l'individu. Il existe des organismes de l'ordre du millimètre, leur reconnaissance oblige d'être équipé de ce matériel, mais également parfois d'un microscope. La loupe binoculaire utilisée pour ce stage est une loupe permettant un grossissement de 20 fois et de 40 fois (x20 et x40), ce qui est suffisant pour la majorité des organismes observés. Un certain nombre d'accessoires sont nécessaires pour manipuler avec précision, comme des pinces souples et rigides, verres de montre (boîte de Pétri en verre) et aiguilles montées.

La classification du monde vivant est complexe et en évolution constante. Suivant le référentiel que l'on utilise, la taxonomie varie. Lors des inventaires, comme celui de Franche-Comté, nous avons utilisé la classification décrite dans l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) par le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (MNHN) (MNHN, 2018). La détermination effectuée par la Commission scientifique reste généraliste car la diversité des organismes au sein des grottes est très forte. De ce fait l'identification jusqu'à l'espèce pour tous les groupes est impossible, notamment à cause des contraintes de temps auxquelles il faut faire face.

1.4. Conditionner et trier les échantillons

Le premier conditionnement des échantillons doit être effectué lors des prélèvements. L'objectif est de les conserver dans le temps. Pour cela il est nécessaire et préférable d'utiliser de l'alcool à 95%, quand c'est possible, car certains organismes feront l'objet d'analyses génétiques. Seule une concentration importante d'alcool permet une bonne réalisation, une plus faible concentration comporte des risques de dégradation.

Lorsque les organismes sont placés dans de l'alcool, ce dernier a des actions irréversibles. Dans un premier temps la pigmentation va parfois être perdue, c'est pourquoi une photo des organismes vivants est toujours utile. Ensuite il aura pour effet de les rigidifier ce qui pose des contraintes de manipulations lors de leur identification sous la loupe binoculaire. Dans certains cas, en particulier pour les coléoptères, qui seront étalés sur des paillettes et qui doivent donc rester souples pour faciliter cette tâche, on n'utilisera pas d'alcool lors des prélèvements mais de l'éther acétique pour leur ôter la vie. De la colle à eau est ensuite utilisée pour les fixer à leur paillette.

Ensuite, le tri des échantillons dépendra de la méthode de récolte utilisée. Toutefois le conditionnement des tubes où résideront les échantillons est le même, il s'agira de mettre de l'alcool propre dans le tube Eppendorf.

Si la méthode utilisée consiste à mettre dans l'aspirateur et dans un flacon tous les spécimens rencontrés, il faudra alors séparer sous la loupe binoculaire les différents organismes, les photographier et les placer dans des tubes individuels en prenant soin de noter le numéro correspondant. Si la méthode consiste à prendre des photos avant le prélèvement, noter le numéro correspondant et placer dans des tubes individuels chaque spécimen, cela permet de faire un tri au préalable. Dans les deux cas, on poursuivra notre travail sous la loupe binoculaire pour identifier les spécimens. Pour cela on utilise un verre de montre (boîte de Pétri en verre) contenant l'organisme immergé dans l'alcool. On manipule le spécimen avec des pinces souples ou des aiguilles montées pour observer des détails morphologiques. Il faut donc être délicat lorsque l'on manipule car ces derniers peuvent être petits et très fragiles et, conservés dans l'alcool, ils sont rigides et les pattes sont notamment très cassantes. Il faut donc veiller à les abîmer le moins possible. Par exemple, les pattes des araignées se rétractent sur la face ventrale du céphalothorax lorsqu'elle meurt. Ses pattes se rigidifient et l'araignée garde cette posture. Pour réaliser des photographies par la suite, de l'épigyne par exemple, partie visible de l'organe reproducteur de la femelle, les pattes sont parfois gênantes et il faut être très minutieux lorsqu'on veut les déplacer pour éviter de les arracher (comme on peut le voir sur la figure 5).

Une fois que l'échantillon est identifié le plus précisément possible (parfois à l'espèce, le plus souvent à la famille, voire même à l'ordre), nous réalisons des photographies. Pour cela on utilise un microscope USB Dino Lite permettant un grossissement de x20 jusqu'à x90. La photo de l'organisme mort est indispensable lorsqu'on ne possède pas de photographies de l'individu vivant, et lorsque celui-ci n'est pas identifiable simplement avec une photographie sur le terrain. Cela permet également de capter des détails, qui sous la loupe binoculaire sont parfois difficiles à observer.

Par la suite les organismes sont mesurés, puis les tubes sont placés sur des portoirs. On note la correspondance des données avec la place sur le portoir pour les retrouver aisément. Il faut donc organiser son poste de travail pour s'y retrouver.

Lorsque les prélèvements sont triés, il faut archiver les données. Pour cela nous utilisons une base de données qui a été programmée par Josiane Lips sous Access. Cette base de données permet d'attribuer un numéro unique à chaque tube, avec l'ensemble des détails relatifs à cet échantillon : le lieu de récolte, la personne qui l'a récolté, la date du prélèvement, la taille de l'échantillon, le nombre d'individus présents dans le tube, l'identification, le sexe et certaines autres remarques qui peuvent être faites (lieu dans la grotte, méthode de prélèvement…).

Une fois que tous les échantillons ont été rentrés dans la base de données, on peut alors réaliser des étiquettes et les placer dans les tubes afin de pouvoir les retrouver. Cette étiquette (mesurant 0,5 x 1,5 cm) est réalisée avec du papier bristol. Sur cette étiquette sont inscrits, toujours au crayon à papier, le nom de la grotte, la date de prélèvement sur une face et le numéro de la base et son nom sur l'autre face. La base réalisée par Josiane Lips n'est pas universelle, beaucoup d'échantillons y sont rentrés lors des stages de formation proposés par le GEB et la commission scientifique de la FFS. Certains échantillons récupérés sont gardés avec leur numéro de base appartenant à une autre personne. Par exemple, on peut voir sur la photographie de couverture un numéro appartenant à la base de Josiane Lips : 16941 LIPS. Cette base de données a été commencée en 1997 et compte aujourd'hui plus de 17000 références.

Lorsque nos échantillons de récolte sont identifiés avec leurs étiquettes, il faut ensuite les ranger. Pour cela on place les tubes dans des bocaux en verre contenant également de l'alcool, en prenant soin de placer chaque ordre dans des bocaux différents. Les tubes sont donc placés en double alcool (dans le tube et dans le bocal), ce qui permet d'éviter l'évaporation de l'alcool contenu dans les tubes et de conserver plus longtemps les échantillons. En effet l'alcool à 95% s'évapore très vite, et les échantillons ne doivent pas rester à l'air libre pour éviter qu'ils ne s'abîment.

Ces échantillons, une fois rangés pourront être envoyés à des spécialistes, qui ne se consacrent pour certains qu'à un certain ordre, voire certaines familles. Le regard aguerri d'un spécialiste permettra d'avoir une identification plus sûre des organismes, quand il en existe un, ce qui n'est pas toujours le cas…

2. Résultats

2.1. Conditions de vie en milieu souterrain

Comme nous avons pu le voir dans les parties « Présentation générale du milieu » et « Réalisation des prélèvements dans le milieu souterrain », chaque cavité possède un ensemble de caractéristiques qui lui sont propres : une formation géologique, une humidité relative, une température, la présence ou non de l'eau, la circulation de l'air et la quantité de dioxyde de carbone dans l'eau et l'air. De plus l'apport en matière organique extérieure est également variable suivant la cavité, cela va dépendre de la présence ou non d'un cours d'eau actif, des conditions climatiques extérieures, de la faune venant de l'extérieur, comme des spéléologues. On peut observer qu'il y a des biotopes de prédilection pour certains organismes : parois des entrées, gours, suintements, matières organiques (guano, bois, restes de nourriture, etc.), zone de semi-pénombre avec des milieux favorables sous les pierres au sol ou dans les anfractuosités des parois. L'ensemble de ces éléments va conditionner la présence de la vie dans le milieu.

L'environnement souterrain se répartit en plusieurs types de milieux, allant du sol et des terriers aux réseaux aquifères (Ginet & Decou, 1977). Les organismes que l'on retrouve dans les grottes vivent essentiellement dans les interstices avoisinants, autrement dit les fissures qui ne nous sont pas accessibles. Ce réseau de fissures est en lien avec la surface du sol. Ainsi il se peut qu'à une certaine profondeur dans la grotte il existe un chemin pour ces organismes jusqu'à la surface, parfois plus court que le chemin emprunté par les spéléologues. L'environnement souterrain du point de vue écologique est le plus souvent représenté en trois zones correspondant à différentes biocénoses et à des conditions environnementales distinctes (Poulson & White, 1969) : la zone de pénombre située aux entrées, la zone intermédiaire où les températures sont légèrement variables et la zone profonde où la température est complètement réglée par l'isothermie du karst et où la lumière est complètement absente. La définition de ces zones varie d'un site à l'autre en fonction de critères géographiques et topographiques* propres à chaque cavité. Elles ont été utilisées de façon descriptive depuis les débuts de la biospéologie (Schiödte, 1849, Racovitza, 1907), et sont caractérisées par différentes amplitudes thermiques et une faune présentant des différences au niveau du nombre d'espèces et de l'adaptation de ces espèces au milieu souterrain (Tasaki, 2008).

En 1943 René Jeannel écrit une synthèse intitulée « Les fossiles vivants des cavernes » (Jeannel, 1943), où il évoque l'idée que les observations morphologiques de ces organismes nous montrent déjà que les espèces cavernicoles possèdent des caractéristiques étranges. Des organismes de toutes sortes se sont adaptés aux conditions du milieu et y

trouvent le nécessaire pour vivre. Ces adaptations découlent des contraintes directes du milieu. Présents depuis des millions d'années pour certains, ils ont subi des spéciations*. Ensuite par les mutations et les expressions des gènes induits par l'environnement, certains sont plus aptes que d'autres à la vie souterraine. Au cours du temps, la sélection s'opère et nous pouvons aujourd'hui le constater. Pour certains d'entre eux ce milieu est devenu le seul où ils peuvent vivre. On trouve des organismes remarquablement adaptés à la zone profonde, pourvus de caractéristiques morphologiques et physiologiques qui leur sont propres : une dépigmentation, une anophtalmie*, un développement plus important des soies* sensorielles et des appendices*, ainsi qu'un métabolisme ralenti et des cycles physiologiques différents. On ne retrouve pas nécessairement tous ces caractères au sein d'un organisme adapté à ce milieu. Ces individus, appelés troglobies ou stygobies*, ne sont pas toujours visibles dans les grottes, soit parce qu'ils ne sont pas nombreux, soit parce qu'ils vivent dans les fissures du milieu interstitiel ou dans les sédiments noyés des réseaux aquifères souterrains.

Les organismes perdent leur pigmentation car elle ne leur est plus utile. En effet la pigmentation, pour les organismes vivants à l'extérieur sert à les protéger des rayons Ultra-violets du soleil, absents sous terre. De ce fait certains sont transparents, plutôt blancs ou roses, et d'autres, comme les coléoptères sont bruns clairs, couleur caractéristique de leur exosquelette (la chitine) (figure 3). De plus, on observe que certains organismes ne possèdent plus d'yeux ou développe une anophtalmie. Pour compenser l'absence du sens de la vision, certains possèdent des organes sensoriels plus développés, comme les antennes, les pattes et les soies. Les organismes présentant ces caractéristiques ont eu sûrement plus de facilité que les autres (anciennement de la même espèce mais ne présentant pas ces mutations), à se repérer dans ce milieu et trouver la nourriture nécessaire, souvent pauvre. On constate également aujourd'hui qu'ils présentent des différences, avec les espèces de surface, au niveau de leur métabolisme et de leur cycle physiologique. Ce sont des stratégies leur permettant d'être plus aptes à vivre et à se reproduire dans ce milieu. En effet, leur métabolisme est ralenti, certaines espèces peuvent vivre plusieurs mois sans s'alimenter et possèdent une durée de vie plus longue. Par



Figure 3 : *Trichaphaenops sollaudi*, Armel Artero ; Grotte du Morey (FR-25), 18/11/1985. Corps d'environ 6 mm

exemple, les *Niphargus* Schiødte, 1849, peuvent survivre plus de 200 jours sans manger et rester 6 mois hors de l'eau mais dans une zone humide. Des organismes possèdent également un cycle de développement différent. Ces derniers ont moins de descendance, et celle-ci est favorisée en sautant des cycles ou en pondant un seul œuf, beaucoup plus gros (donc contenant plus de réserves). Des expériences ont prouvé que ce sont des caractéristiques constantes de la physiologie des troglobies : ils respirent lentement, pondent des œufs plus gros mais moins nombreux. Les larves de coléoptères muent moins souvent et restent peu à l'air libre avant de s'isoler dans l'argile pendant de longs mois. Certaines ne se nourrissent même pas avant de se transformer en adulte (Korn, 2011).

La faune présente dans la grotte est dépendante de l'apport en nourriture venant de l'extérieur. On observe par ailleurs une chaîne trophique qui s'établit dans ce milieu. Des bactéries (visibles sous forme de bio-films bactériens) autotrophes y vivent, elles sont chimiolithotrophes, c'est-à-dire qu'elles tirent les minéraux nécessaires à leur croissance de la roche mère (figure 4). Des organismes un peu plus grands s'en nourrissent. Une chaîne alimentaire peut être établie : les invertébrés se mangent entre eux et se font manger par les vertébrés ; les vertébrés ou invertébrés morts à l'intérieur de la grotte nourrissent les bactéries, les champignons et certains invertébrés (comme les collemboles et acariens), de même pour les déjections animales. Les cycles de la matière organique et minérale sont différents d'une cavité à une autre, en fonction de la faune présente et donc des diverses conditions énumérées précédemment.

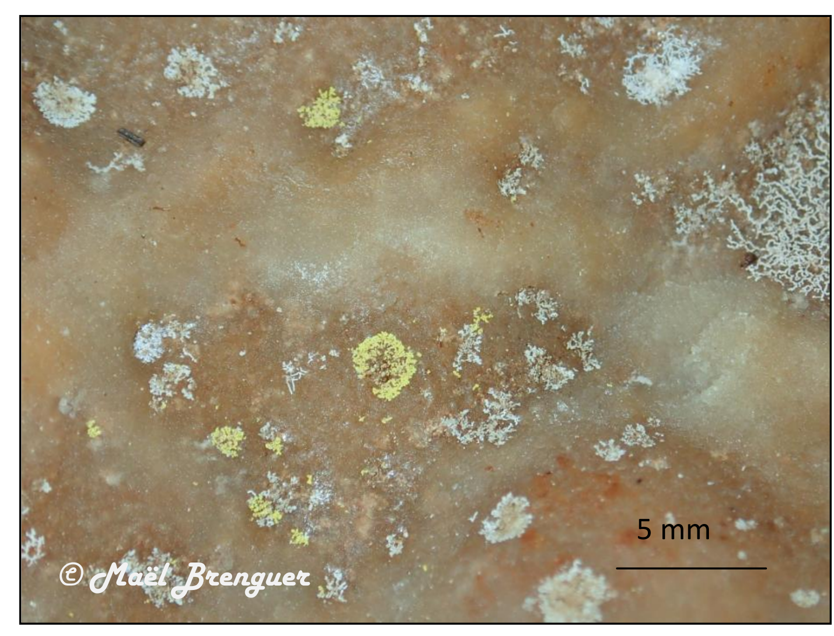


Figure 4 : Bio-films bactériens, Maël Brenguer ; Grotte de la Balme Traversière (FR-11), 06/05/2018. Bio-film de couleur jaune et blanche

Au sein d'une grotte, la faune que l'on rencontre correspond en grande partie à une faune de surface. Nous pouvons lire dans la littérature que trois types de faune appartiennent au milieu souterrain : les trogloxènes, les troglophiles et les troglobies.

Trogloxènes : On qualifie les trogloxènes comme étant des animaux qui se sont perdus à l'intérieur de la grotte, arrivés par inadvertance, « étrangers à la cavité ». Leur milieu de vie

de prédilection est à l'extérieur mais les aléas de la vie font qu'ils se sont retrouvés à l'intérieur de la grotte, par exemple, lors d'un orage, que l'eau a amenés à travers les fissures. Ils finissent par être dans la grotte qui est accessible par l'homme.

Troglophiles : Ils correspondent à ceux qui « apprécient le milieu souterrain ». Ils utilisent ce milieu (pour se reproduire ou bien pour passer l'hiver, par exemple) mais pourraient s'en passer. C'est le cas des chiroptères (chauves-souris) qui hibernent à l'intérieur des grottes. Certains trichoptères ou diptères passent une partie de l'hiver (ou de l'été) à l'intérieur. En d'autres termes, les troglophiles sont des animaux qui passent une partie de leur cycle de vie sous terre.

Dans les deux cas (trogloxènes et troglophiles), le milieu peut leur apporter différents bénéfices (comme un abri lors des fortes chaleurs extérieures).

Troglobies : Ce sont les organismes inféodés au monde souterrain. Ces derniers sont uniquement présents dans ce milieu, ils ne peuvent pas vivre en surface.

Cependant cette classification est à relativiser et parfois même à remettre en question car elle est peu précise et ne correspond pas toujours à la réalité, car il existe toujours des exceptions. Certaines personnes considèrent par exemple les chauves-souris comme des trogloxènes et d'autres comme des troglophiles. Néanmoins la majorité des personnes sont d'accord concernant la définition et la classification des troglobies.

La plus grande diversité de la faune rencontrée se situe dans la zone de pénombre (zone de transition) et dans le porche d'entrée, zones facilement accessibles et pourtant très peu étudiées. La découverte de nouvelles espèces est encore d'actualité, et pas seulement pour les troglobies.

2.2. Identification des êtres vivants

Pour identifier les organismes on utilise des clés de détermination. Avec un peu d'habitude, certaines espèces sont reconnaissables directement mais elles sont rares.

Par exemple, pour identifier un organisme appartenant à l'embranchement des arthropodes et à la sous-classe des insectes, celui-ci doit posséder un corps en trois parties (une tête, un thorax et un abdomen), un squelette externe, trois paires de pattes articulées localisées sous le thorax et une paire d'antennes. Il est généralement pourvu de deux paires d'ailes (pouvant être plus ou moins transformées). L'étymologie du nom a une signification dans notre langue actuelle faisant référence au latin ou au grec, ce qui donne une indication et généralement une caractéristique de ce groupe. Dans notre exemple les arthropodes, du

grec ancien ἄρθρον, *arthron* (« articulation ») et πούς, ποδός, *poús, podos* (« pied »), signifie littéralement « pattes articulées ». Le mot insecte vient du latin « *insectum* » qui signifie « en plusieurs parties », ce qui réfère à la segmentation des trois parties principales. Son étymologie latine est un calque du grec ἔντομος (éntomos) signifiant « incisé, entaillé ». Un autre exemple, au sein du groupe des insectes, l'ordre des diptères, du latin *dipteros*, emprunté au grec ancien δίπτερος *(dipteros*) signifie « ayant deux ailes, composé de δι-, issu de δίς (*dis*) « deux fois » et de πτερόν *(ptéron*) « aile ». La deuxième paire d'ailes a été quant à elle transformée en balancier. C'est une caractéristique spécifique à cet ordre, même si nous pouvons toujours trouver des exceptions qui confirment la règle, car certains diptères ne possèdent pas d'ailes.

Comme nous l'avons vu précédemment, certains organismes sont reconnaissables ~~à~~ l'espèce par de simples photographies et ne sont pas prélevés. Par exemple cela est possible pour reconnaitre certaines araignées. Les araignées (ordre des Araneae) font partie de l'embranchement des arthropodes et de la classe des arachnides (du grec ancien ἀράχνη, *arachné*, « araignée »). Les arachnides sont reconnaissables car ils ne possèdent ni antennes ni ailes mais huit pattes articulées (arthropodes). Les araignées ont des chélicères, une tête et un thorax fusionnés appelé céphalothorax (figure 5). Parmi les arachnides il existe des sous-classes et des ordres différents que l'on appelle communément : les acariens (comprenant les tiques), les opilions, les scorpions, les pseudo-scorpions et les palpigrades. Ces derniers sont présents en France, mais il existe d'autres ordres appartenant aux arachnides, présents dans d'autres pays du monde comme les uropyges, les amblypyges, les schizomides, les ricinules et les solifuges. Des différences assez faciles à observer existent pour différencier à vue ces ordres, mais nous ne les détaillerons pas dans ce rapport. Toutes les araignées ne sont pas reconnaissables

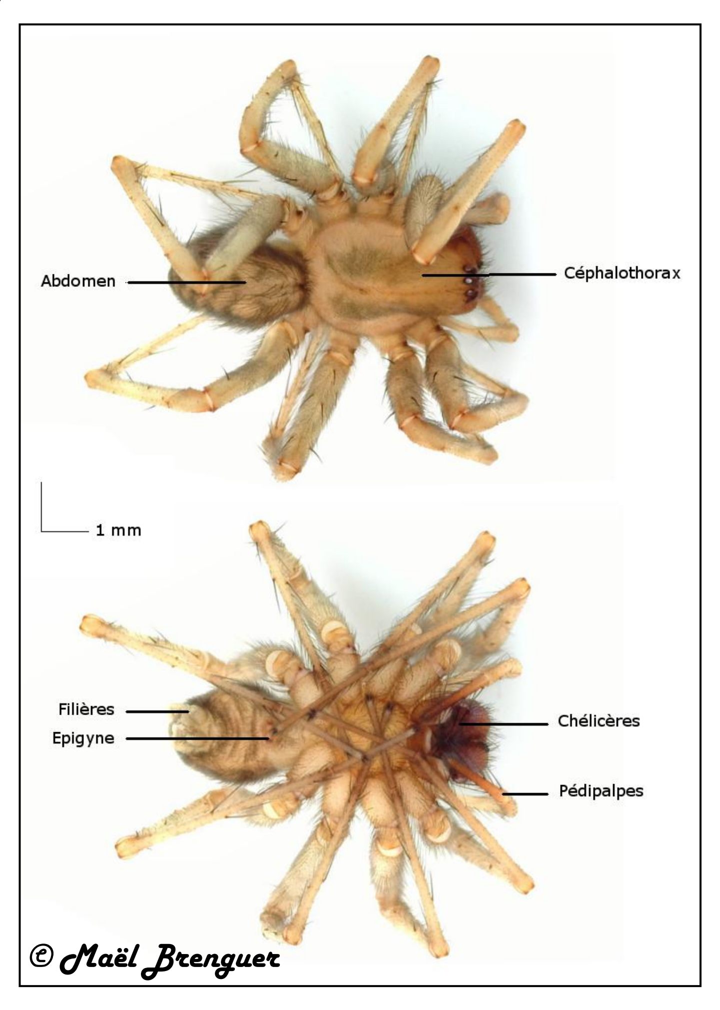


Figure 5 : *Tegenaria domestica*, Maël Brenguer ; Mine de Deluz (FR-25), 24/03/2018. Femelle, corps de 7 mm (16228 LIPS)

seulement avec des photographies prises sur le vif car il est difficile de photographier certains détails sur place. Certaines espèces mesurent parfois moins de deux millimètres. Mais certaines araignées ou opilions sont reconnaissables avec des photographies. C'est le cas par exemple de l'araignée *Meta menardi* (Latreille, 1804) (figure 6) et de l'opilion *Amilenus aurantiacus* (Simon, 1881) (figure 7). Ces deux organismes sont souvent présents dans le milieu souterrain mais ne sont pas considérés comme des troglobies. Dans le genre *Meta* C. L. Koch, 1836, nous trouvons, en France, deux espèces dans le milieu souterrain (l'autre espèce est *Meta bourneti* Simon, 1922). La différence entre ces deux espèces peut être la couleur de l'abdomen (généralement de couleur café au lait pour *Meta bourneti*), mais celle-ci est variable entre deux individus d'une même espèce. Il convient alors de regarder plus précisément la couleur des pattes, qui est uniforme pour la *Meta bourneti*, et avec des alternances de couleurs pour la *Meta menardi*. En ce qui concerne l'opilion, la couleur du corps est assez caractéristique, mais celle-ci est variable entre les individus mâles et femelles de cette même espèce.



Figure 6 : *Meta menardi*, Maël Brenguer ; La grotte Perret (FR-73), 12/05/2018. Femelle, corps de 1,5 cm



Figure 7 : *Amilenus aurantiacus*, Maël Brenguer ; La grotte Perret (FR-73), 12/05/2018. Mâle, corps de 4 mm

Comme nous l'avons vu précédemment, l'identification jusqu'à l'espèce ne peut pas être réalisée pour tous les ordres, encore moins avec seulement des photographies. Néanmoins nous arrivons parfois à déterminer les espèces pour certains ordres de façon plus systématique lorsqu'on les observe sous une loupe binoculaire. Certaines espèces d'araignées sont reconnaissables à partir de photographies des organes génitaux mâles et femelles lorsque l'on a préalablement identifié le spécimen jusqu'à la famille. Ces organes fonctionnent comme un système de clé/serrure, la structure morphologique de ces organes est différente d'une espèce à une autre, donc caractéristique (figure 8).



Figure 8 : ***Tegenaria silvestris*, Maël Brenguer ;** Grotte du Vernois (FR-39), 25/03/2018. Bulbe copulateur d'un mâle (16163 LIPS)

Nous donnerons un exemple d'identification d'un isopode en suivant une clé de détermination jusqu'à l'espèce. Nous prendrons la clé de détermination écrite par Franck Noël et Emmanuel Séchet en 2007 (Noël & Séchet, 2007), en utilisant le spécimen *Androniscus dentiger* Verhoeff, 1908, représenté par la figure 17 en annexe 3. Les isopodes appartiennent à la classe des Malacostraca (crustacés supérieurs). Ce sont les seuls crustacés terrestres, que l'on appelle communément les cloportes. Ces organismes font également partie de l'embranchement des arthropodes, de l'ordre des isopodes. Cet ordre se différencie par le nombre de paires de pattes, qui est de six pour les juvéniles et sept pour les adultes.

L'identification de certaines espèces récoltées lors d'études biospéologiques est parfois impossible à déterminer pour un amateur. En effet, par exemple en 2018, deux espèces de diptères collectés en France par le GEB, dans des cavités, sont en train d'être décrites par les spécialistes car elles sont nouvelles pour la science. Cette année également, une « nouvelle » espèce de diptère pour la France a été retrouvée lors de l'inventaire de la faune souterraine de Franche-Comté.

2.3. Inventaires de la faune souterraine

Les inventaires de la faune souterraine visent à recenser tous les organismes rencontrés dans la grotte. Nous avons vu précédemment les découvertes de la vie dans les grottes, mais les véritables inventaires de faune souterraine ont commencé un peu plus tard. Lorsque l'on examine les origines historiques de la biospéologie, deux noms s'imposent immédiatement. Ce sont ceux d'Émile Georges Racovitza (1868-1947) et de René Jeannel (1879-1965), considérés comme les véritables fondateurs de cette science. En visitant les grottes du Drach, dans l'île de Majorque, Racovitza découvrit dans l'une d'entre elles, un insecte de la famille des Cirolanidae, qu'il décrivit en 1905 sous le nom de *Typhlocirolana moraguesi*. C'est à l'occasion de cette découverte, en apparence anodine, que Racovitza perçut toute l'importance des organismes souterrains. A partir de ce moment, sa véritable vocation de biologiste prit corps. En 1920, Racovitza fonda avec Jeannel, à Cluj (Roumanie) le premier institut de spéléologie. Entomologiste de renom, René Jeannel en assuma la sous-direction, et consacra, à l'instar de Racovitza, toute sa carrière à l'étude des cavernicoles, en particulier des insectes (Thinès & Tercafs, 1972). Depuis, de nombreuses personnes sont également connues pour leurs travaux d'inventaires de faune souterraine, comme par exemple Armand Viré (1869-1951) et Albert Vandel (1894-1980). Leurs études ont permis de découvrir et de décrire de nouvelles espèces. Par exemple le coléoptère détritivore, ovale, *Royerella tarissani* (Bedel, 1878) a été collecté en 1878, l'espèce *Royerella villardi* en 1884 par Villard et décrite par Bedel (grotte de Hautecourt dans l'Ain). L'espèce carnivore, *Trichaphœnops sollaudi* a été collectée par Edmond Sollaud (1887-1969) et décrite en 1916 par Jeannel (grotte des Faux-Monnayeurs dans le Doubs). Edmond Sollaud a, par exemple, découvert deux nouvelles espèces en 1924, le diploure *Litocampa sollaudi* (Denis, 1930), ainsi que le collembole *Arrhopalites subboneti* Cassaugnau & Delmare Deboutteville, 1953.

Aujourd'hui les inventaires de la faune souterraine, en France, sont assurés par des amateurs, souvent formés par le GEB et la Commission scientifique de la FFS. Ces derniers réalisent des inventaires de façon volontaire ou bien suite à une convention avec un organisme référent.

Durant ce stage j'ai pu participer à des récoltes de faune souterraine pour des inventaires initiés récemment, notamment dans le massif de la Chartreuse (73), dans l'Aude (11) et dans les souterrains de Lyon (69). Les comptes rendus personnels de diverses sorties et rencontres se trouvent en annexe 4.

J'ai également participé à la finalisation du tri et à la rédaction du rapport de l'inventaire de la faune souterraine de Franche-Comté (non publié à ce jour).

A la demande du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE), la Fédération Française de Spéléologie a été chargée de réaliser un inventaire de la faune souterraine sur la région de Franche-Comté. Cette opération a été réalisée conformément au projet d'étude de la biodiversité du milieu souterrain de Franche-Comté en date du 11 octobre 2014.

L'opération a été conduite en concertation avec la Commission de Protection des Eaux, du Patrimoine, de l'Environnement, du Sous-sol et des Chiroptères (CPEPESC) pour choisir les dates de prélèvements. Cette dernière est chargée de la gestion et de la surveillance de plusieurs sites souterrains et de la mise en œuvre des actions du plan régional d'actions en faveur des chiroptères en Franche-Comté. Le GEB, sous-groupe de la Commission scientifique de la FFS, a repris le projet en juin 2016.

Cette étude a pour objectif de recenser et localiser, dans les quatre départements de la Franche-Comté, la faune souterraine. Pour cela une synthèse bibliographique des organismes rencontrés dans le passé a été conduite. Différents prélèvements, dans les départements du Doubs, du Jura et de la Haute-Saône, ont été effectués pour compléter les citations existantes. Le Territoire de Belfort n'a pas fait l'objet de collectes pour cette étude. L'ensemble de ces informations permettra de constituer une référence bibliographique de cette faune.

Dans le cadre de cet inventaire différentes grottes ont été proposées dans la convention pour la réalisation de ce projet. Les cavités choisies sont essentiellement des grottes classées, pour la préservation des chauves-souris, située dans la Réserve Naturelle Nationale (RNN) ou Régionale (RNR) ou désignées par Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB). Pour réaliser des prélèvements de la faune présente dans ces grottes des autorisations spécifiques ont donc dues être déposées. Des sites reconnus pour leur intérêt spéléologique et la richesse de leur faune souterraine ont également fait l'objet de référencements afin de compléter cette étude. Au final, ce rapport de synthèse référence les différents organismes collectés dans 24 cavités étudiées sur cette période, ces cavités sont présentées en annexe 5 (tableau 2). Un rapport bibliographique séparé regroupe les prélèvements et observations antérieures sur l'ensemble des cavités de Franche-Comté. Ce rapport bibliographique est écrit par Bernard Lebreton. Dans ce rapport on retrouve des références pour 65 grottes dans le Doubs (25), 150 dans le Jura (39), 15 dans la Haute-Saône (70) et 4 dans le Territoire de Belfort (90).

C'est dans le cadre de l'inventaire de Franche-Comté qu'une espèce de diptère, « nouvelle » pour la France a pu être collectée. Il s'agit de l'espèce *Terrilimosina racovitzai* (Bezzi, 1911). Un exemple d'une partie (annexe 6) de ce rapport provisoire écrit par moi-même présente la grotte où a été trouvée cette espèce (Sainte-Catherine (25)).

Suite à la rédaction de ce rapport on peut établir une petite liste des espèces que l'on trouve le plus souvent dans les grottes de Franche-Comté (tableau 1) :

Tableau 1 : Liste non exhaustive de la faune la plus fréquemment rencontrée dans les grottes de Franche-Comté lors de cet inventaire (2014-2018)

Classe - sous classe ou infra classe	Ordre - sous ordre	Famille	*Genre espèce*	Auteurs
Arachnida	Araneae	Tetragnathidae	*Meta menardi*	(Latreille, 1804)
			Metellina merianae	(Scopoli, 1763)
		Nesticidae	*Nesticus cellulanus*	(Clerck, 1758)
	Opiliones	Phalangiidae	*Amilenus aurantiacus*	(Simon, 1881)
Arachnida - Acari	Ixodida	Ixodidae	*Eschatocephalus vespertilionis*	(Koch, 1844)
Chilopoda	Lithobiomorpha	Lithobiidae	*Lithobius forficatus*	(Linné, 1758)
Gastropoda	Stylommatophora	Oxychilidae	*Oxychilus* gr *cellarius*	(O.F. Müller, 1774)
Hexapoda	Diplura	Campodeidae	*Plusiocampa* sp.	Silvestri, 1913
Hexapoda - Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	*Quedius mesomelinus*	(Marsham, 1802)
	Diptera - Nematocera	Culicidae	*Culex pipiens*	Linné, 1758
		Limoniidae	*Limonia nubeculosa*	Meigen, 1804
		Mycetophilidae	*Speolepta leptogaster*	(Winnertz, 1863)
	Lepidoptera	Erebidae	*Scoliopteryx libatrix*	(Linné, 1758)
		Geometridae	*Triphosa dubitata*	(Linné, 1758)
Malacostraca	Amphipoda	Niphargidae	*Niphargus virei*	Chevreux, 1896
	Isopoda	Trichoniscidae	*Androniscus dentiger*	Verhoeff, 1908
		Oniscidae	*Oniscus asellus*	Linné, 1758



Figure 9 : ***Speolepta leptogaster*, Maël Brenguer ;** La grotte Perret (FR-73), 12/05/2018. Corps de 5 mm (16926 LIPS)



Figure 10 : ***Niphargus* sp., Maël Brenguer ;** Galerie Giraud dans les souterrains de Lyon (FR-69), 24/04/2018. Corps de 8 mm (16471 LIPS)

Conclusion

Le milieu souterrain est un milieu où la progression peut parfois être technique. La spéléologie est une discipline à part entière. Un biologiste, entomologiste ou zoologiste ne possède pas nécessairement l'expérience et les techniques nécessaires à cette pratique pour réaliser des prélèvements dans ce milieu. C'est pourquoi le travail que nous effectuons permet de faire le lien entre ces spécialistes et la faune y résidant.

Le milieu souterrain, malgré des conditions paraissant dures pour la pérennité de la vie, est un milieu où la vie est présente, et ce depuis longtemps. Les organismes y trouvent ce dont ils ont besoin et viennent souvent volontairement. Une partie apprécie ce milieu, apportant un refuge où les conditions environnementales sont assez stables dans le temps. Certains passent l'hiver sous terre, d'autres s'y réfugient l'été pour trouver de la fraîcheur.

Au cours de l'évolution des espèces, des organismes de toutes sortes se sont adaptés à la vie souterraine, et des espèces propres à ce milieu se sont développées. Les animaux cavernicoles paraissent relativement rares, car on ne voit qu'une partie infime de leur milieu de vie. Ils n'ont pas besoin de vivre dans une grotte de 10 mètres de large et de haut. Vu leur taille, une fissure est suffisante. On trouve tout de même une grande diversité de faune, à l'intérieur d'une grotte, qui représente pratiquement toutes les classes. Ce milieu est peu étudié de nos jours, même les entrées ne sont pas parcourues par les spécialistes. Pourtant comme on a pu le voir de nouvelles espèces sont régulièrement collectées.

Bilan du stage :

Au sein de la Commission scientifique de la Fédération Française de Spéléologie, j'ai découvert les différentes techniques de prélèvements et de progression dans le milieu souterrain. J'ai développé des capacités d'observation du milieu, indispensables, et j'ai appris à être attentif aux biotopes où la vie est présente. J'ai aussi pu réellement découvrir les méthodes de détermination des organismes en suivant des clés de détermination. Cela m'a permis d'apprendre et de retenir des caractéristiques morphologiques de certains êtres vivants, notamment pour les invertébrés, et ainsi, aujourd'hui je suis capable d'en reconnaitre une partie.

Par ailleurs, grâce à ce stage j'ai développé ma capacité d'adaptation, à travers les exigences que demande cette discipline. J'ai également approfondi des capacités d'organisation afin de travailler dans les meilleures conditions.

L'analyse et l'inventaire de la biodiversité est un domaine que j'affectionne particulièrement. C'est pour moi une passion émergente motivée par l'envie de connaitre et de partager les créations de la nature.

Discussion

René Jeannel a pu remarquer et suggérer dans la synthèse intitulée « Les fossiles vivants des cavernes » une répartition géographique des organismes vivant dans les différents continents. Bien avant que la théorie des plaques soit admise par tous, les coléoptères racontent les « translations continentales » qu'Alfred Wegener (1880-1930) avait le premier imaginées. Ces inventaires de la biodiversité permettront d'établir des cartes de répartition et de comprendre pourquoi on observe certains phénomènes. Pour l'instant nous ne connaissons pas toutes les espèces présentes sur terre, et encore moins sous terre. La microbiologie souterraine est une science en plein essor dont les études sont prometteuses.

Certaines espèces sont protégées et ne doivent donc pas être prélevées. On peut citer par exemple, les chauves-souris, où seule l'identification visuelle est autorisée. Et encore ! Certaines grottes sont aujourd'hui fermées pour laisser le milieu sans trace de l'Homme pour les « préserver ». Il s'agit en soi d'une bonne initiative, mais ces mesures prises n'atteignent pas forcément leurs objectifs. En effet, pour interdire l'accès à la grotte un mur est parfois bâti, des grilles avec des barreaux sont également installées, laissant normalement le passage pour les chiroptères. Malheureusement, les barreaux sont parfois mis à la verticale, ne permettant pas le passage des chauves-souris.

Ce sont des décisions qui ont été prises et sont encore prises, impactant finalement le milieu plus que le passage de quelques spéléologues. Ces mesures sont censées empêcher que les chiroptères ne soient dérangés pendant leur hibernation. Les spéléologues n'ont pourtant pas un impact négatif sur l'hibernation des chauves-souris. Mais tout comme pour les invertébrés, il faut qu'ils soient sensibilisés à ce milieu, aux conditions dans laquelle la vie arrive à se développer et qu'ils aient conscience qu'il existe une grande diversité que beaucoup ne voient pas. En effet l'entrée dans une grotte peut avoir une incidence, et connaitre les conséquences de nos actions permettrait de respecter le milieu.

Il n'est même pas nécessaire de pénétrer dans une grotte pour bouleverser la vie y résidant, l'agriculture est aussi responsable lorsqu'elle épand des produits chimiques ou organiques (engrais, pesticides, fongicides…) qui finissent par être emportés sous terre par les eaux.

Glossaire

Animalcule : Animal de taille microscopique.

Anophtalmie : En grec ancien ce terme peut signifier « sans yeux ». Terme caractérisant les organismes dit « aveugles ».

Appendice : Partie qui prolonge une partie principale (d'un organe).

Biospéologie : En grec ancien ce terme désigne la « science » des organismes « vivant » dans les « grottes ». La biospéologie, quelquefois nommée biospéléologie, est l'étude des organismes cavernicoles, c'est-à-dire vivant à l'intérieur des cavités terrestres.

Caverne : Cavité pénétrable par l'homme.

Cavernicole : Organisme vivant dans le milieu souterrain.

Cavité : Espace vide à l'intérieur d'un corps solide.

Concrétion : Formation solide (stalagmite, stalactite, coulée stalagmitique) résultant du dépôt par les eaux de diverses matières cristallisées (calcite).

Glaise : Terre grasse, compacte et plastique, imperméable.

Gouffre : Cavité souterraine naturelle pénétrable, s'ouvrant à la surface par un conduit proche de la verticale.

Gour : Concrétion en forme de barrage en travers d'un écoulement souterrain ; sa surface, horizontale, sert de déversoir à l'eau maintenue en amont.

Grotte : Cavité souterraine naturelle pénétrable par l'homme.

Guano : Le guano désigne l'amas des déjections des chauves-souris (Chiroptera).

Hypogé : Qui vit sous la terre, par opposition à épigée (qui vit en surface).

Karst : A l'origine, nom d'une région calcaire des Dinarides en Yougoslavie. Désigne une région calcaire où se trouvent certains caractères morphologiques dus à l'érosion-corrosion : canyons, vallées sèches, dolines, lapiaz, gouffres, grottes, etc. Le karst est une structure géomorphologique résultant de l'érosion hydrochimique et hydraulique de toutes roches solubles, principalement de roches carbonatées dont essentiellement des calcaires.

Porche : Entrée d'une grotte. Souvent plus vaste que la galerie qui lui fait suite car elle est soumise à la gélifraction qui l'agrandit.

Puits : Conduit vertical descendant.

Soies : Ce sont des organes ressemblant à des poils, mais dont la fonction est sensorielle. On parle également donc de sensille. C'est une structure cuticulaire chez les insectes et autres arthropodes, aussi présente chez les nématodes. Les sensilles peuvent prendre des formes variées (soies, plaques, cavité…).

Spéciation : En biologie, la spéciation consiste en l'apparition de différences entre deux espèces voisines entraînant leur séparation définitive dans une lignée. Les spéciations sont essentiellement d'origine géographique ou génétique.

Spéléologie : En grec ancien ce terme désigne la « science » des « grottes ». C'est une activité qui consiste à repérer, explorer, étudier, cartographier ou visiter les cavités souterraines, naturelles, anthropiques ou artificielles, puis à partager ses connaissances.

Stygobie : De la même façon que « troglobie », ce terme désigne un organisme vivant de façon permanente dans le milieu souterrain. Ce terme fait uniquement référence aux organismes aquatiques vivant dans les eaux souterraines.

Taxon : Un taxon est une unité taxonomique (telle qu'une famille, un genre, une espèce).

Taxonomie : La taxonomie, ou taxinomie, est une branche de la biologie, qui a pour objet de décrire les organismes vivants et de les regrouper en entités appelées taxons afin de les identifier puis de les nommer et enfin de les classer et de les reconnaître via des clés de détermination (dichotomiques par exemple).

Topographie : C'est une technique qui consiste à lever la carte ou le plan (représenté sous forme de dessin ou de carte) d'un terrain (ici d'une grotte), à une échelle réduite, en supposant la terre plane. La topographie d'une grotte peut être détaillée en faisant apparaître des éléments caractéristiques.

Troglobie : Organisme vivant de façon permanente dans le milieu souterrain et trouvant dans celui-ci les conditions indispensables à sa survie. Les troglobies sont les hôtes obligés des milieux souterrains et ils s'y reproduisent nécessairement.

Références bibliographiques

BRESSON (C.), GUILLAUME (C.) & al, 2015. Document d'objectifs des sites Natura 2000 FR4301304 « Réseau de cavités (4) à Barbastelles et Grands rhinolophes de la vallée du Doubs », FR4301345 « Réseau de cavités (6) à Rhinolophes dans la région de Vesoul » et FR4301351 « Réseau de cavités (12) à Minioptères de Schreibers en Franche-Comté ». DREAL Franche-Comté, BCD Environnement et CPEPESC Franche-Comté : 139 p.

GINET (R.) & DECOU (V.), 1977. Initiation à la biologie et à l'écologie souterraines. Jean-Pierre Delarge, Paris : 319p.

JEANNEL (R.) & RACOVITZA (E.-G.), 1918. Biospeologica XXXIX. Énumération des grottes visitées 1913-1917 (sixième série). *Archives de Zoologie expérimentale et générale* 57 (3, 15 octobre): p203-470, 57 fig. dans le texte.

JEANNEL (R.), 1943. Les fossiles vivants des cavernes. Édition Gallimard, Paris : 321 p.

KORN (U.), 2011. Les cavernes et la faune cavernicole. Centre de Plongée d'Illkirch : 12 p.

LE PENNEC (R.), 2007. Essai de recensement de la Faune Cavernicole du Haut-Jura. Édition Jura-Patrimoine, Sainte-Claude : 92 p. ; p. 13-22

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE (MNHN) [Ed]. 2003-2018. Inventaire National du Patrimoine Naturel, Site web: https://inpn.mnhn.fr. Le 10 juin 2018.

NOËL (F.) & SÉCHET (E.), 2007. Crustacés Isopodes terrestres du Nord-Ouest de la France (Crustacea, Isopoda, Oniscidea). Clé de détermination et références bibliographiques. *Invertébrés Armoricains*, 2 : 48p. ; p 4-29

POULSON (T.-L.) & WHITE (W.-B.), 1969. The Cave Environment : Limestone caves provide unique naturel laboratories for studying biological and geological processes. *Science, Vol. 165, N° 3897 :* p.971-980

RACOVITZA (E.-G.), 1907. Essai sur les problèmes biospéologiques. *Biospeologica I, Archives de Zoologie expérimentale et générale,* 4ème série, 6 : p.371-488

SCHIÖDTE (J.-C.), 1849. Specimen Faunae Subterraneae ; being a contribution towards the Subterranean Fauna. *Division of Natural History and Mathematics, 2nd vol. 4ème tome*

SIFFRE (M.), 1979. Les Animaux des Gouffres et des Cavernes. Édition Hachette, Gibert-Clairey, Tours : 117p. ; p. 1-11

TASAKI (S.), 2008. *The presence of stygobitic macroinvertebrates in karstic aquifers: a case study in the cradle of humankind world heritage site. University of Joannesburg Ph. D. Thesis :* 971p.

THINES (G.) & TERFCAFS (R.), 1972. Atlas de la vie souterraine, les animaux cavernicoles. Édition Boubée, Paris : 161p. ; p. 15-16

Annexes

1. Organigramme de la Fédération Française de Spéléologie (2018)

Fédération Française de Spéléologie

HOLVOET Jean-Pierre, Président d'honneur

BUREAU
- KANEKO Gaël, Président
- BIOT Vincent, Président adjoint
- BUSTO Vanessa, Secrétaire
- CHAPON Delphine, Secrétaire adjointe
- PREVOT José, Trésorier
- HAUTAVOINE Jean-Michel, Trésorier adjoint

CONSEIL D'ADMINISTRATION

COMMISSION
- Audiovisuelle
- Communication
- Documentation
- Environnement
- Financière et « statistiques »
- Jeunes
- Médicale
- Relations et expéditions internationales
- Scientifique
  - LIPS Josiane, Présidente
  - SCHNEIDER Vincent, Président adjoint
  - LEBRETON Bernard, Trésorier
  - ZAPPELLI Alexandre, Secrétaire
- Secours
- Spelunca librairie
- Statuts et règlements fédéraux
- École française de plongée souterraine
- École française de spéléologie
- Canyon

DÉLEGUES ET CHARGÉS DE MISSION

SALARIÉS
- AGOUNE Chantal, Secrétaire de direction
- TAYANE Nora, Comptable
- GARCIA Catherine, Secrétaire
- MANGEL Laurent, Responsable informatique

Figure 11 : Organigramme de la Fédération Française de Spéléologie en 2018

2. Matériel de Spéléologie et Biospéologie

Spéléologie :

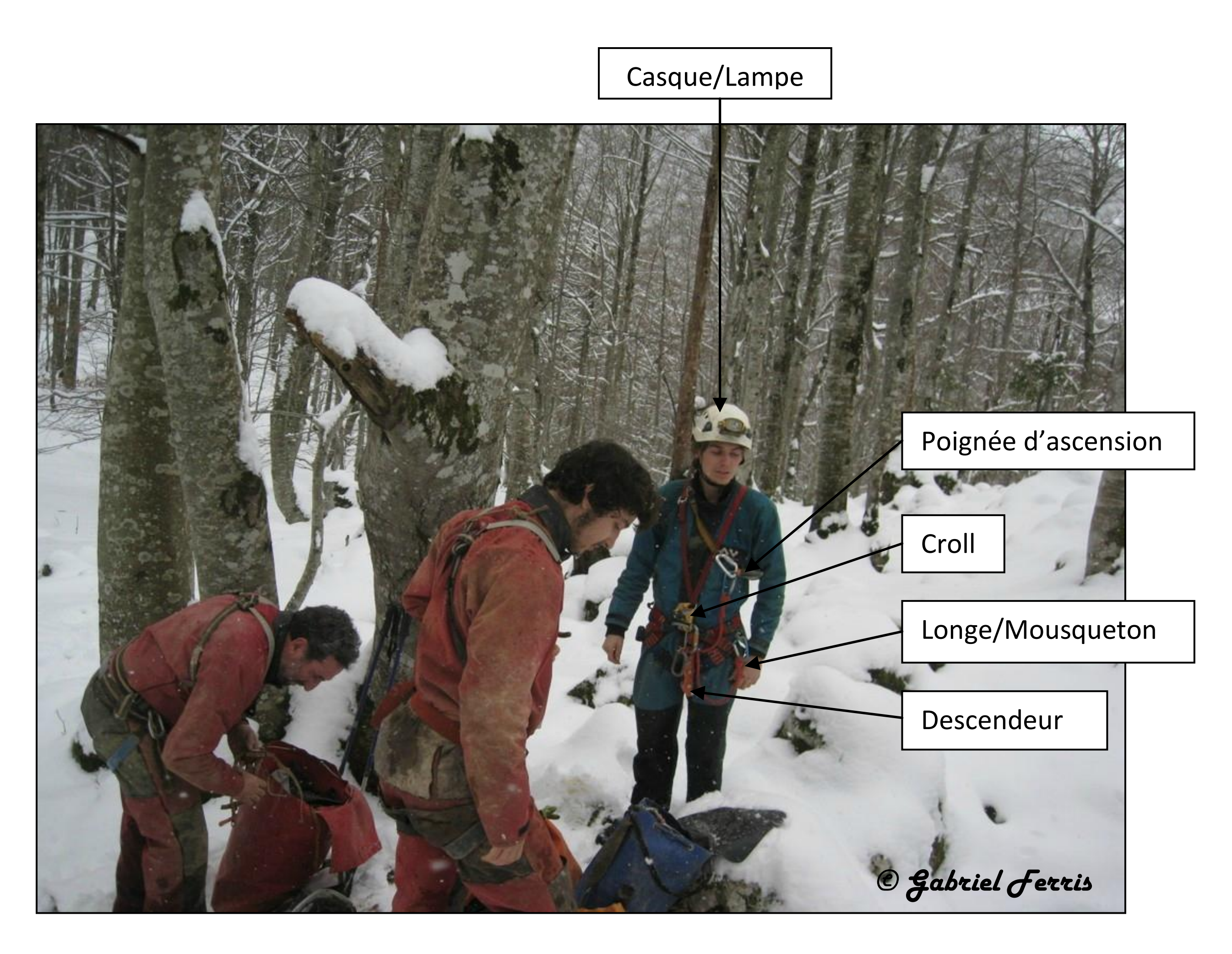


Figure 12 : Damien Vidal équipé pour aller sous terre, photographie de Gabriel Ferris ; de gauche à droite, José Ferris, Antonin Blerreau et Damien Vidal, journée d'exploration par certains membres du SCM à la grotte des «Mille Feuilles », Nistos (FR-65), 09/02/2018

Biospéologie :

Sac banane

Réserve d'alcool

Appareil pour photographies

Épuisette

Papier/Crayon

Tubes de récolte

Cuillère

Pinceau

Pinces

Sac de prélèvement

Aspirateur n°1

Aspirateur n°2

Figure 13 : Matériel de biospéologie présent dans le sac banane, Maël Brenguer

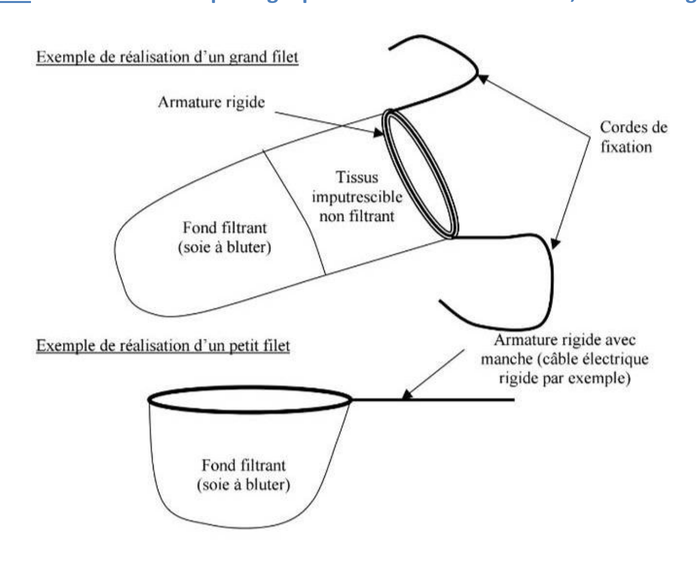


Figure 14 : Filets à mailles fines. Arnaud Garland

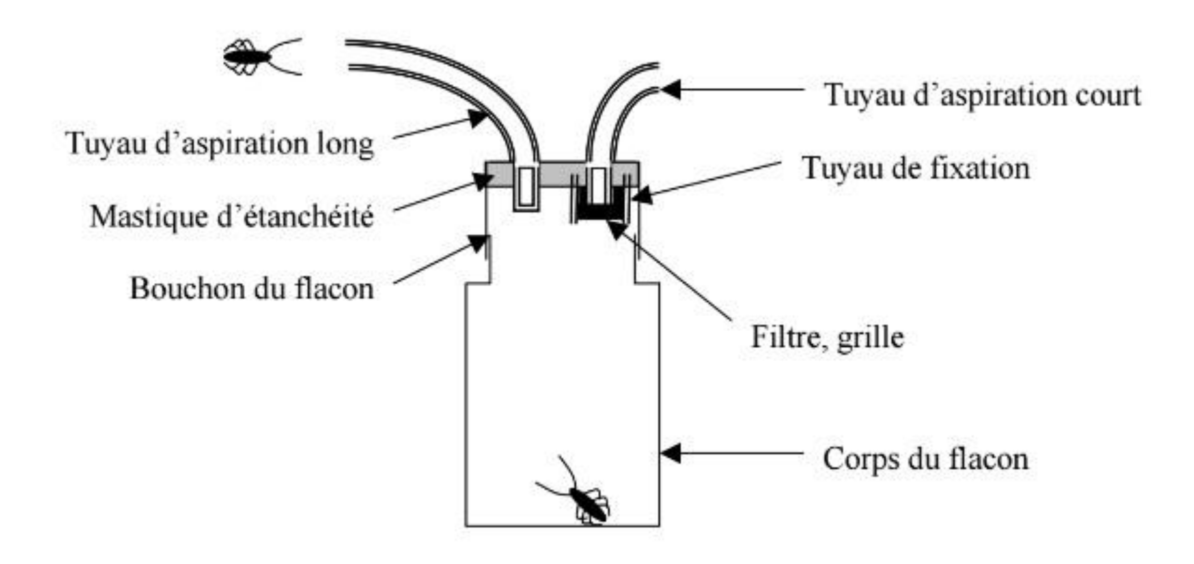


Figure 15 : Détail d'un aspirateur à bouche (n°1), Arnaud Garland

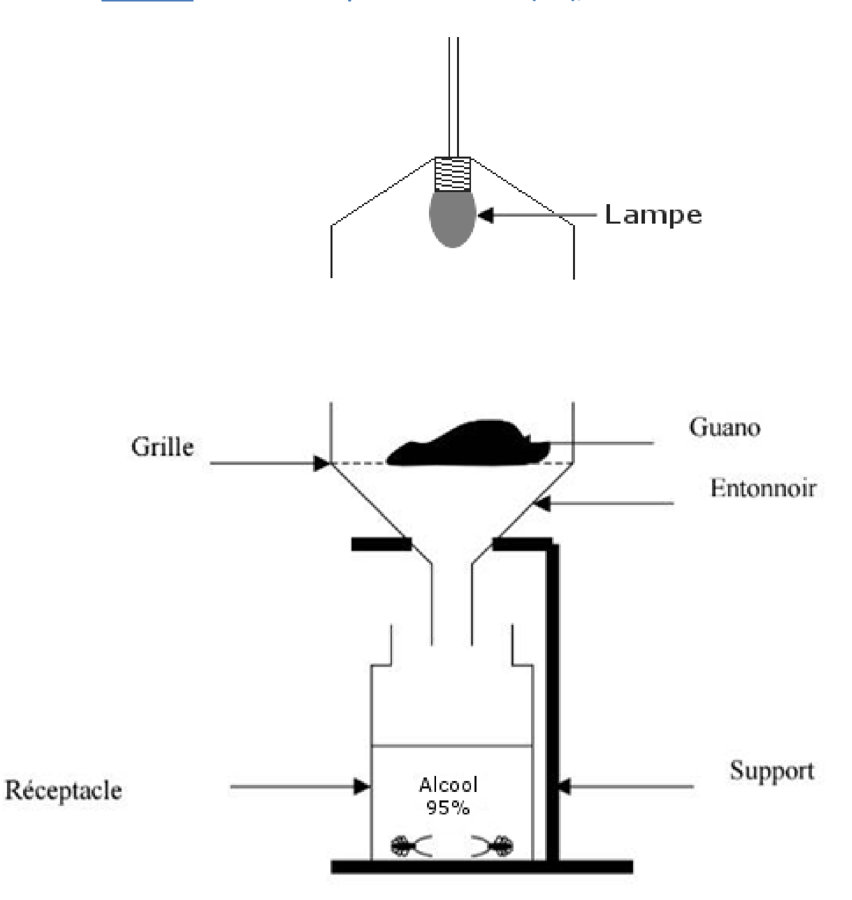


Figure 16 : Détail d'un Berlèse, Arnaud Garland

3. Détermination d’un isopode : *Androniscus dentiger*



Figure 17 : ***Androniscus dentiger*, Josiane Lips ;** Mine de Deluz (FR-25), 24/03/2018. Corps de 6 mm (16279 LIPS)

Clé de détermination de Franck Noël et Emmanuel Séchet :

Morphologie et anatomie (Fig. A1-6).

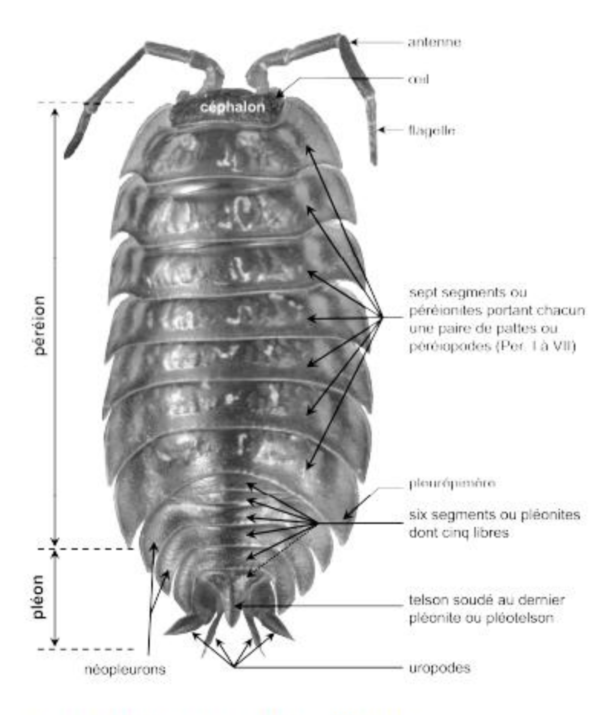


Figure A1. Morphologie générale d'un Isopode terrestre.
Vue dorsale d'*Oniscus asellus* Linnaeus, 1758.
(Cliché : C. MOUQUET)



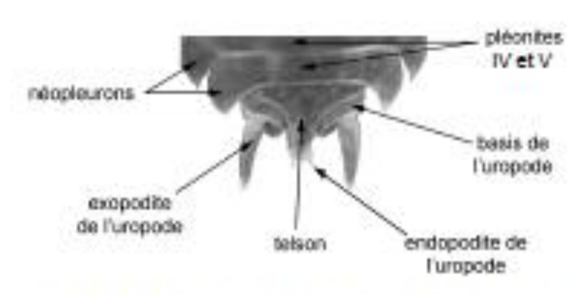


Figure A2. Détail de la partie postérieure du corps d'un Isopode terrestre.
Vue dorsale du pléon, du telson et des uropodes chez *Porcellio gallicus* Dollfus, 1904.
(Cliché : C. Mouquet)

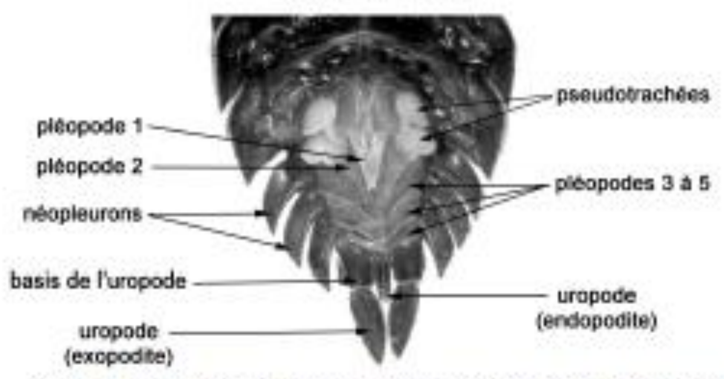


Figure A3. Face ventrale du pléon d'un mâle de *Porcellio scaber* Latreille, 1804.
(Cliché : C. Mouquet)

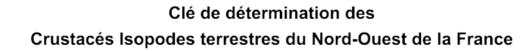


Figure A4. Face ventrale du pléon d'une femelle de *Porcellio scaber* Latreille, 1804.
(Cliché : C. Mouquet)



Figure A5. Morphologie des pléopodes (paires 1 et 2) d'un mâle d'Isopode terrestre (d'après Hopkin, 1991).

Figure A6. Détail de la morphologie d'un péréiopode d'Isopode terrestre (d'après Hopkin, 1991).



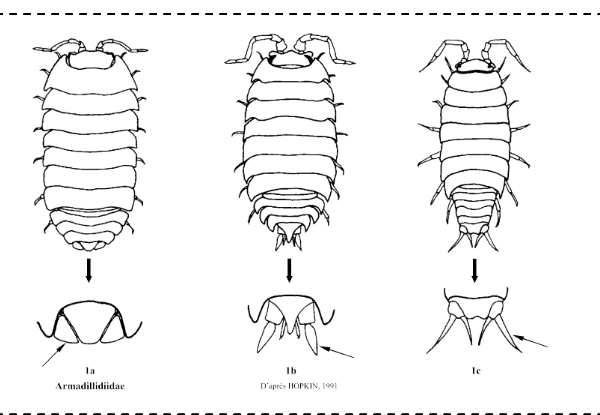
Clé de détermination des Crustacés Isopodes terrestres du Nord-Ouest de la France

1a Uropodes toujours apparents en vue dorsale **(Fig. 1a, 1b, 1c)** **2**

1b Uropodes invisibles en vue dorsale, rabattus sur la face ventrale du corps ou cachés par le telson. Espèces halophiles **3**

2a (1a) Uropodes en filament **(Fig. 1c)** ou lancéolés **(Fig. 1b)**, plus longs que le telson et donc saillants **4**

2b Uropodes larges, plus courts que le telson et donc non saillants **(Fig. 1a)** ; 2 paires de pseudotrachées ; flagelle des antennes composé de 2 sections ; se roule en boule.
Famille des Armadillidiidae **41**



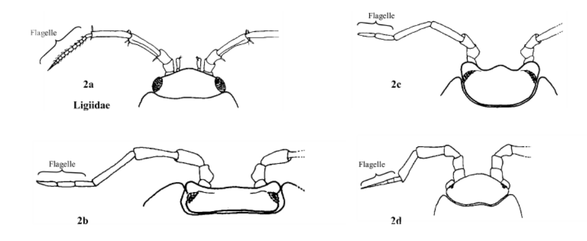
4a (2a) Flagelle constitué de 1 à 6 sections distinctes **5**

4b Flagelle avec 10 sections distinctes ou plus **(Fig. 2a)** ; yeux constitués de nombreuses ommatidies et recouvrant tout le côté de la tête. **Famille des Ligiidae** **6**

5a (4a) Flagelle des antennes avec 3 sections bien distinctes **(Fig. 2b)** ; pas de pseudotrachées.
Familles des Oniscidae, Philosciidae, Halophilosciidae **22**

5b Flagelle avec 2 sections bien distinctes **(Fig. 2c)** ; aucune, 2 ou 5 paires de pseudotrachées **28**

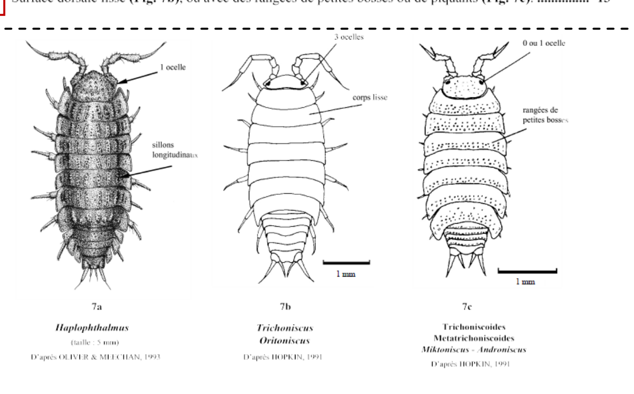
5c Flagelle avec une unique section distincte formant une pointe **(Fig. 2d)** (bien que sous plus fort grossissement, 3 à 6 sections peuvent être difficilement observées) ; pas de pseudotrachées ; petites espèces de moins de 9 mm. **Familles des Trichoniscidae** **7**

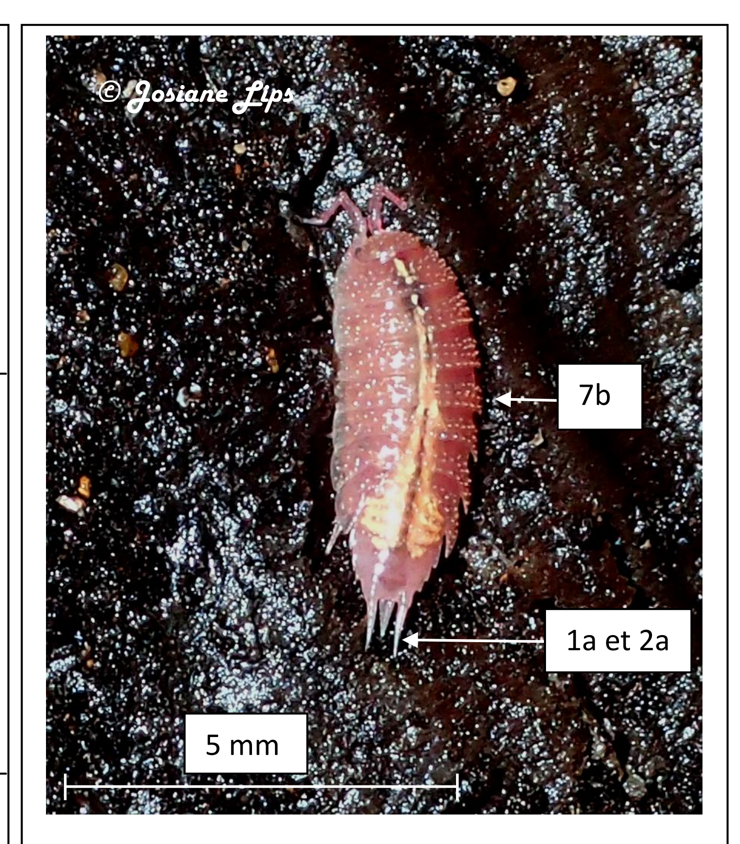


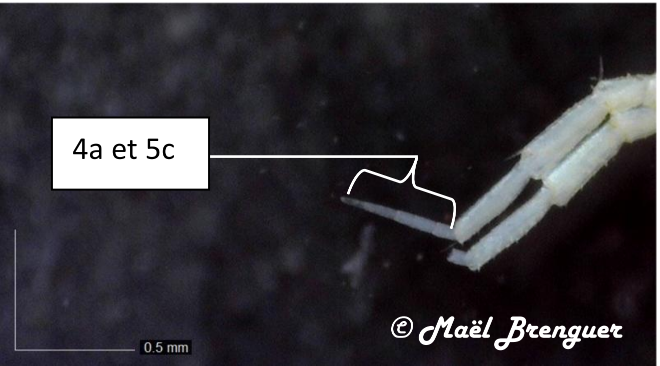
7 (5c) Les cloportes ayant un flagelle d'antenne avec une unique section distincte et formant une pointe à l'extrémité **(Fig. 2d)** sont couramment appelés "*pigmy woodlice*" (cloportes pygmées) (Famille des Trichoniscidae). Le flagelle est en réalité composé de six sections distinctes (trois chez *Buddelundiella*) mais celles-ci fusionnent ensemble et sont difficilement visibles sans un fort grossissement. L'extrémité de la pointe du flagelle est constituée de nombreuses soies sensorielles formant une "touffe" chez les spécimens conservés. La majorité des cloportes pygmées sont de petite taille et résident dans la terre. En effet, à part *Oritoniscus flavus*, toutes les autres espèces de ce groupe ne dépassent pas 6 mm de longueur. Le fréquent cloporte pygmée, *Trichoniscus pusillus* et le cloporte rosé *Androniscus dentiger* sont deux espèces plus aisées à trouver pour les débutants. **D'autres petites espèces sont plus difficiles à identifier avec certitude sans une dissection et observation au microscope**. Avec quelques espèces, l'examen des pléopodes et/ou de la 7e paire de pattes (péréopodes) des mâles est la seule méthode sûre d'identification. Les cloportes pygmées peuvent être examinés vivants, dans un premier temps et, si possible, conservés dans l'alcool à 70 % pour une étude minutieuse au microscope.

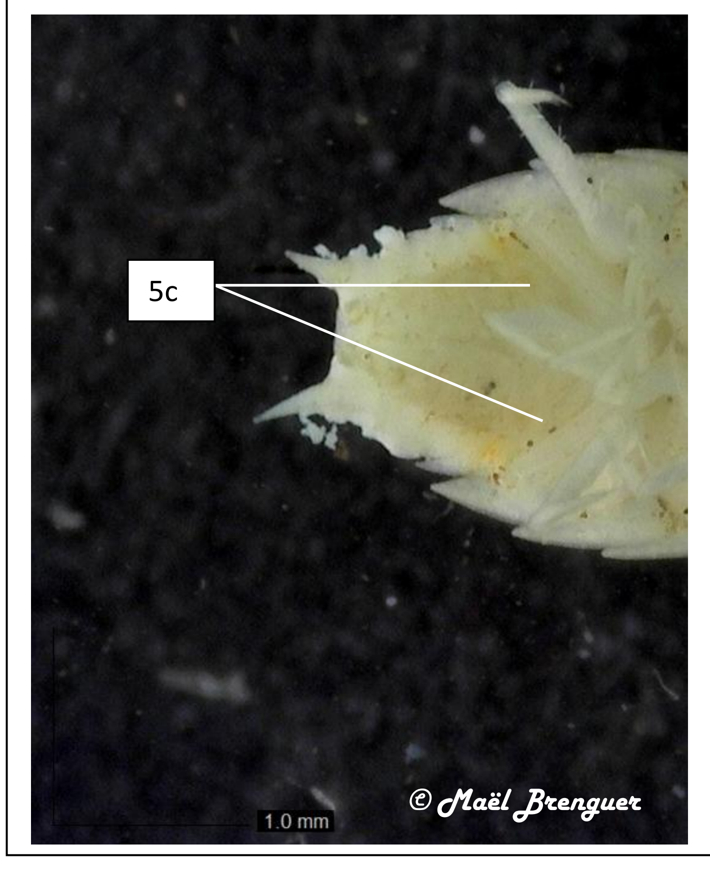
7a (5c) Surface dorsale avec des sillons longitudinaux prononcés **(Fig. 6a, 7a, 8a, 8b)** ; longueur maximale de 4,5 mm. **8**

7b Surface dorsale lisse **(Fig. 7b)**, ou avec des rangées de petites bosses ou de piquants **(Fig. 7c)**. **13**









13a (7b) Surface dorsale lisse (à grossissement moyen : environ x 30) **(Fig. 7b)**. 3 ocelles. **14**

13b Surface dorsale avec des rangées transversales de petites bosses ou d'épines **(Fig. 7c)**. 1 ocelle ou aveugle. **16**

16a (13b) Œil formé d'un ocelle noir ne se décolorant pas dans l'alcool à 70 % ; exopodite du pléopode I sans tige ciliée **(Fig. 18a)** **17**

16b Aveugle ou œil avec un ocelle contenant un pigment rouge, orange ou marron qui se décolore (souvent complètement) dans l'alcool à 70 % ; exopodite du pléopode I portant deux tiges ciliées **(Fig. 20b, 21a, 22a, 23a et 24a)** **18**

17a (16a) Œil étroit en comparaison de la taille de la tête **(Fig. 16)** ; antennes courtes ; corps allongé, animal vivant complètement blanc. Per. VII : tige α forte, orientée parallèlement à l'axe du méros **(Fig. 18c)**. Exop. du Pl. I lisse, endopodite orné de poils dans sa partie basiliaire, extrémité striée transversalement et ornée d'une double rangée d'épine dirigées vers l'intérieur **(Fig. 18a)**. Pl. II : exop. à article distal très allongé, se prolongeant par une tige grêle, terminée par un mucron **(Fig. 18b)**. Taille : 2,5-4 mm.

.... ***Miktoniscus patiencei***

Vit en zone littorale ; rare.

17b Œil large en comparaison de la taille de la tête **(Fig. 17)** ; spécimen vivant souvent d'un magnifique rose ou pourpre (occasionnellement blanc) avec une double rayure longitudinale jaune ; dans l'alcool à 70 %, les pigments roses disparaissent mais les yeux et les rayures jaunes persistent. Taille : 7-8 mm.

.... ***Androniscus dentiger***

Vie endogée, espèce troglophile. Assez commun.

---

carpos; méros; tige α

18a Pléopode I **18b** Pléopode II **18c** Péréopode VII

18 ***Miktoniscus patiencei*** (mâle) D'après VANDEL, 1960

19a **19b** **19c**

19 **Céphalons**

End. Exop. 0,1 mm

20a Antenne, D'après VANDEL, 1960 **20b** Pléopode I, mâle D'après OLIVER & MEECHAN, 1993

20 ***Metatrichoniscoides leydigi***

21a Pléopode I, mâle **21b** Pléopode II, mâle

21 ***Trichoniscoides albidus*** D'après OLIVER & ? , 1993

Exop. End. 0,1 mm 0,2 mm

22a Pléopode I, mâle **22b** Pl. II, mâle

22 ***Trichoniscoides saeroeensis*** D'après OLIVER & MEECHAN, 1993

23a **23b**

23 ***Trichoniscoides helveticus*** D'après GRUNER, 1966

24a Pléopode I, mâle **24b** Pléopode II, mâle

24 ***Trichoniscoides sarsi*** D'après OLIVER & MEECHAN, 1993

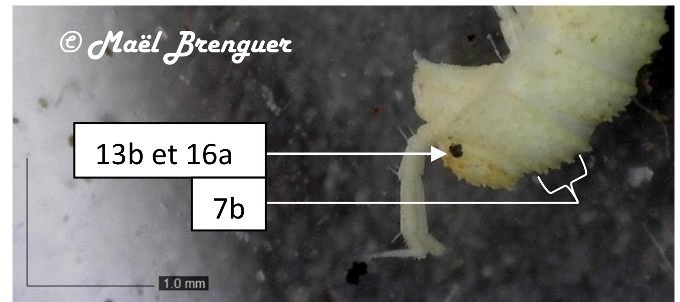
---

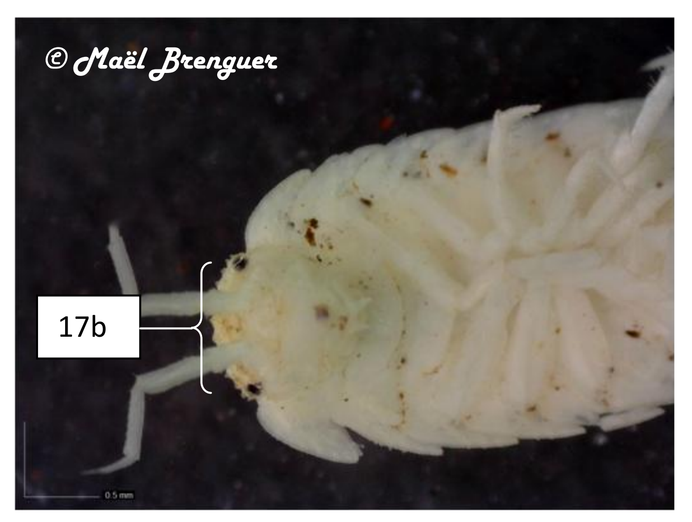
1 ocelle; corps lisse; 1 ocelle; 1 ocelle; rayure jaune

15 ***Oritoniscus flavus*** (taille : 8 mm) D'après OLIVER & MEECHAN, 1993

16 ***Miktoniscus patiencei*** (taille : 4 mm) D'après OLIVER & MEECHAN, 1993

17 ***Androniscus dentiger*** (taille : 6 mm) D'après OLIVER & MEECHAN, 1993









4. Comptes rendus personnels

- **Compte rendu personnel du stage dans l'Aude (11)** (du 5 au 8 mai 2018)

• <u>Grotte de la Balme Traversière</u> (06/05/2018)

La grotte de la Balme Traversière est une petite cavité, découverte par Marie Guérard en 1999, encore en exploration aujourd'hui. Durant cette sortie nous ne l'avons pas explorée entièrement. Il s'agit d'une petite grotte avec un développement de plus de 100 mètres pour une profondeur maximale de 26 mètres par rapport à l'entrée. Cette grotte, pourtant petite regorge de vie. Nous avons trouvé une très grande diversité de faune à l'intérieur de celle-ci. C'est également la grotte la plus riche que nous avons pu visiter sur ces trois jours de stage dans l'Aude. Du fait de sa petite taille, le temps passé sous terre a été assez rapide, deux heures ont suffit pour la parcourir. On peut citer par exemple la présence de *Scutigera coleoptrata* (Linné, 1758), dont une simple photographie (figure 18) permet d'identifier l'espèce, car il s'agit en effet de la seule espèce de l'ordre des Scutigeromorpha présente en France (appartenant à l'ordre des Chilopoda). Il est à noter que nous avons trouvé beaucoup de vie au fond de cette grotte, ce qui n'est pas toujours le cas.



<u>Figure 18</u> : ***Scutigera coleoptrata*, Maël Brenguer ;** Grotte de la Balme Traversière (FR-11), 06/05/2018. Corps d'environ 2 cm

• Gouffre de Cabrespine (07/05/2018)

Le gouffre de Cabrespine est la grotte la plus impressionnante que nous avons pu parcourir. Il s'agit d'une grotte qui a été découverte en 1970 et aménagée pour le public en 1988. Il est quelque fois appelé le « Gouffre géant de Cabrespine » car il s'agit d'une des plus grandes salles du monde souterrain. La salle accessible aux touristes fait près de 80 mètres de large pour 250 mètres de profondeur. Une fois arrivé au fond de cette immense salle nous avons accès à une rivière souterraine également très large (annexe 7 : figure 24)… Au total, en 2017 plus de 22 500 mètres de développement sont connus. Mais, si cette grotte est indéniablement très belle pour une pratique de spéléologie basique et pour les touristes, il en est tout autrement lorsque nous avons un regard concernant la biospéologie. La faune que nous avons pu trouver à l'intérieur de ce gouffre est très pauvre, en diversité et en nombre. En même temps, un volume aussi important ne nous a pas permis de trouver chaque zone propice au développement de la vie. Nous ne sommes pas allés au bout de la rivière et nous avons passé près de quatre heures sous terre ! Dans la salle principale nous avons pu trouver tout de même un peu de vie, mais celle-ci était rare (figure 2). Des planches abandonnées près d'un rétroprojecteur abritent plus de faune que je n'ai pu trouver à l'intérieur. L'autre partie de la faune que nous avons pu découvrir de situait sur les appâts qui avaient étés placés avant notre arrivée. Il fallait vraiment chercher dans des zones stratégiques (comme des gours ou des petits tas de guano) pour espérer rencontrer de la vie. Lorsque nous sommes arrivés dans la rivière, nous n'avons quasiment pas rencontré de faune, tant terrestre qu'aquatique… La seule vie que nous avons trouvée dans cette rivière, si on peut encore parler de vie, était des coquilles d'escargots prises dans la glaise présente sur les parois verticales. Il s'agit donc de la grotte la moins riche que nous avons pu visiter sur ces trois jours de stage dans l'Aude.

• Grotte de Limousis (08/05/2018)

La grotte de Limousis est également une grotte touristique, la première structure touristique du département de l'Aude, avant même la cité de Carcassonne. Elle est connue depuis très longtemps. Son développement est assez court, 800 mètres de long, avec quasiment aucun dénivelé. Les Hommes utilisaient, et utilisent toujours, la petite salle d'entrée pour stocker les tonneaux en bois servant à la vinification. Malgré l'odeur de « vinasse » présente dans cette première salle, nous poussant à avancer, nous nous sommes arrêtés un petit moment car la faune y est présente en grand nombre. Cependant il n'y a pas une très grande diversité. A noter toutefois la présence prédominante d'une espèce de diptère, l'espèce *Limonia nubeculosa* Meigen, 1804 (figure 19). Nous n'avons pas trouvé de faune aquatique à l'intérieur. Plus nous avancions au fond de cette grotte moins il y avait de vie. Mais au fond, du moins pour la partie touristique, se cache une concrétion magnifique

d'aragonite, aussi volumineuse qu'une voiture. Il s'agit d'une des seules concrétions encore intacte aujourd'hui. En effet on a pu remarquer sur le chemin tout un tas de concrétions qui ont été cassées par l'Homme, par simple vandalisme ou bien pour les piller. Nous avons passé près de deux heures sous terre.

- **Compte rendu personnel du stage en Chartreuse (73)** (du 10 au 13 mai 2018)

• Grotte de Saint Christophe des Echelles (10/05/2018)

La première grotte que nous avons visitée lors de ce stage est la première parcourue dans le cadre de l'inventaire de la faune souterraine du Parc de la Chartreuse qui a débuté à cette date. Cette grotte est touristique et divisée en deux parties : la partie supérieure et inférieure. Pour ma part j'ai pu réaliser cette sortie dans la partie supérieure. Elle est accessible, pour une petite partie, aux touristes. Nous n'avons pas trouvé de faune aquatique à l'intérieur. La faune terrestre, avec une diversité assez importante, est assez riche. On peut noter également la présence de l'espèce *Limonia nubeculosa* dans cette cavité. J'ai pu trouver un individu parasité par un acarien de l'espèce *Calyptostoma velutinus* (O.F. Müller, 1776) appartenant à l'ordre des Trombidiformes (figure 19). Cet acarien parasite spécifiquement cette espèce de diptère. Dans cette cavité nous avons également trouvé différentes sources de pollutions humaines, comme des bouts de plastique et des ampoules.



Figure 19 : ***Calyptostoma velutinus* et *Limonia nubeculosa*, Maël Brenguer ;** Grotte de Saint Christophe des Echelles (supérieur) (FR-73), 10/05/2018. Acarien parasite spécifique du diptère *Limonia nubeculosa*. Corps du diptère de 1 cm (16705 LIPS)

• Grotte Perret (12/05/2018)

Ce jour là, deux équipes se sont formées pour parcourir deux grottes. Je faisais partie de l'équipe présente dans la grotte Perret. Cette dernière comporte une zone d'entrée relativement importante. Un grand porche surplombe cette grotte, faisant une grande zone d'ombre à l'entrée. Cette grotte est très vulnérable par temps de pluie. En effet, lors d'orages, une grande quantité d'eau la traverse, ce qui a pour effet de la nettoyer totalement. Nous avons pu remarquer que l'eau était passée il y a peu de temps. Peu de vie y était présente. Mise à part des chauves-souris et des diptères, la diversité était très faible. Des organismes aquatiques ont pu être remarqués, mais personne n'a réussi à en récupérer… J'ai donc essayé de chercher des zones assez sèches, du moins n'ayant pas été nettoyées récemment. J'ai fait de petites escalades et cela m'a permis de trouver encore des diptères et cette fois un collembole. Le collembole que j'ai découvert était en train de flotter dans un gour (figure 20). On peut constater sur cette photographie la présence d'un acarien à droite du collembole. Je ne l'avais pas vu sur le moment, ce n'est qu'en regardant les photographies en rentrant que je m'en suis aperçu, car il était vraiment petit… Avant de rentrer dans cette grotte j'ai essayé d'observer la vie qui s'y trouvait. Je cherchais notamment la présence de lithobies, ce sont de petits chilopodes que j'ai pris en admiration. C'est de cette manière qu'est née, pendant ce stage, l'envie de déterminer les espèces. Je n'ai rencontré que des juvéniles, que je n'ai pas prélevé, mis à part un, pour l'observer à ce stade. Après que nous ayons visité une bonne partie de la grotte et ne trouvant plus vraiment de faune, j'ai voulu ressortir pour reparcourir la zone d'entrée et chercher sous les pierres pour trouver des lithobies et d'autres espèces (souvent présents dessous). C'est alors que sur ma route, au beau milieu de la grotte je suis tombé face à face avec un lithobie, qui semblait bloqué sur une pierre au milieu de l'eau. Ce geste est toujours cruel, mais de simples photographies ne permettant pas de différencier les espèces, je me suis alors empressé de le photographier puis de le récupérer… Il s'agit de la photographie présente sur la page de couverture. Au final, nous avons passé près de trois heures sous terre.



Figure 20 : Collembola – poduromorpha, Maël Brenguer ; Grotte Perret (FR-73), 12/05/2018. Collembole d'un millimètre de long, récupéré (16928 LIPS) et présence d'un acarien non récupéré (à droite).

- **Entretien avec Marie-José Olivier,** chercheuse E3S-LEHNA (15/05/18)

Marie-José Olivier travaille au laboratoire de LEHNA (CNRS-UMR 5023), Lyon 1, en tant que chercheuse au sein de l'équipe d'Ecologie, Evolution, Ecosystèmes Souterrain (E3S). Elle est reconnue comme étant la spécialiste française actuelle pour la détermination des espèces appartenant à la famille des Niphargidae, de l'ordre des Amphipoda, en France. Nous avons eu l'occasion de lui remettre en main propre les différents échantillons de Niphargidae récupérés aux quatre coins de la France ces derniers temps, dont notamment ceux présents dans les souterrains de Lyon. Ce fut l'occasion pour nous d'en apprendre davantage sur la détermination de la famille des Niphargidae grâce à l'œil aguerri d'une spécialiste.

Nous avons découvert sur quoi reposait la détermination de ces espèces, à savoir la morphologie de certains organes, comme par exemple le telson et les gnathopodes. Les analyses ADN de certains gènes sont effectuées sur des individus représentant les espèces à partir de prélèvement de péréiopodes ou pléiopodes. Aujourd'hui les analyses de l'ADN ne permettent pas à elles seules de déterminer l'espèce, et sont de plus encore très couteuses, mais il s'agit d'un outil biotechnologique accompagnant la détermination morphologique. Pour effectuer ces déterminations morphologiques, il existe des clés de détermination dont la dernière a été effectuée par René Ginet (1927-2014) en 1996. Néanmoins selon son point de vue cette clé n'est pas complète et comporte des détails se contredisant.

De ce fait une méthode de travail a été élaborée par la spécialiste pour différencier les espèces de façon plus systématique. Autrefois de l'iconographie en chambre claire était réalisée sur différents échantillons de façon à référencer et décrire les caractères morphologiques de ces espèces. Aujourd'hui elle utilise un appareil permettant de réaliser des photographies de différents organes, ou partie de l'organisme, nécessaires à l'identification. Pour cela il faut procéder à des dissections de l'organisme et les monter entre lame et lamelle afin de pouvoir les observer au microscope. Ces lames, ainsi que le reste des échantillons, sont précieusement gardés au laboratoire afin de pouvoir être réutilisés ultérieurement, car les photographies ne valent pas ce que l'on observe directement au microscope.

Tous les échantillons décrits par la spécialiste sont référencés dans un ficher afin de connaitre les différentes informations relatives à ces derniers, comme la localisation précise avec les coordonnées du système de géolocalisation par satellite (Global Positioning System : GPS) ainsi que le nom de la personne qui a prélevé l'échantillon et la date.

Nous avons également pu parler des différentes techniques nécessaires pour réaliser des prélèvements de cette faune aquatique. Pour cela différentes méthodes et matériels

existent comme des appâts pour les puits ou les cavités, le filet Surber, la pompe Bou-Rouch… Les différents échantillons qu'elle a pu déterminer dans sa carrière proviennent de réseaux karstiques souterrains, de rivières, de puits… Une connaissance du milieu est nécessaire afin de réaliser ces prélèvements car leur localisation est spécifique.

Les Niphargidae, comme d'autres organismes, vivent dans les interstices du sol, des fissures présentes partout mais dont l'accès nous est impossible. Ainsi la majeure partie des individus ne nous est pas visible. Lorsque l'on rencontre un individu ou une population il ne s'agit pas de la totalité de la population présente aux alentours. Par exemple, dans une grotte nous pouvons voir la présence de ces organismes dans le réseau hydrologique actif mais cela ne représente pas toute la population. Les Niphargidae ne peuvent pas vivre longtemps à l'extérieur, mais nous en retrouvons pourtant dans les rivières quand ils sont expulsés du milieu souterrain par les crues. C'est pour cela qu'il faut savoir observer le milieu afin de réaliser des échantillonnages efficaces.

En effet différents phénomènes existent au sein d'un cours d'eau, tels que des mécanismes d'infiltration de l'eau et de résurgence, mettant en relation ce que l'on peut voir en surface et le milieu hyporhéique[4]. Ils sont par exemple dus à des modifications physiques, géomorphologiques du milieu (présence de seuil ou de roche mère, variation de la conductivité de l'eau, de la température…). Ainsi pour effectuer des échantillonnages il est nécessaire d'observer le milieu afin de trouver les zones de résurgences (grâce à l'observation visuelle mais aussi avec du matériel spécifique comme le « VHG measurements »). C'est au sein de ces zones que l'on peut retrouver ces Niphargidae dans les rivières, dont les stygobies, entraînés par les remontées d'eau du milieu hyporhéique. En ce qui concerne les cavités karstiques auxquelles nous avons accès en tant qu'Homme, nous pouvons retrouver des Niphargidae lors de fortes précipitations ou de crues. Ces phénomènes entrainent ces organismes à travers les fissures situées au-dessus, en amont et dans les affluents du réseau hydrologique. Ils se retrouvent ainsi visibles dans la cavité ou à la résurgence dans le milieu extérieur.

L'ensemble des informations partagées durant cette matinée par Marie-José Olivier dont la passion et le savoir sont admirables, nous a permis d'apprendre énormément et de connaitre mieux cette famille de Niphargidae (exemple de *Niphargus* en figure 10).

---

[4] Ensemble des sédiments saturés en eau, situés au-dessous et autour d'un cours d'eau, contenant une certaine quantité d'eau de surface. La zone hyporhéique peut être constituée exclusivement d'eau de surface ou caractérisée par un mélange d'eau de surface et d'eau souterraines. La zone hyporhéique joue un rôle important dans l'autoépuration du cours d'eau.

5. Cavités étudiées pour l'inventaire de Franche-Comté

Tableau 2 : Liste des cavités présentes dans le rapport de Franche-Comté ayant fait l'objet de prospections biospéologiques

Départements	Cavités	Communes	Dates
Doubs (25)	Grotte de Chenecey	Chenecey-Buillon	05/06/2016
Doubs (25)	Mine de Deluz [r] [5]	Deluz	24/03/2018
Doubs (25)	Mine de Souvance-Est [r]	Laissey	18/02/2018
Doubs (25)	Grotte de Sainte-Catherine	Laval-le-Prieuré	17/12/2017 et 25/03/2018
Doubs (25)	Grotte des Cavottes	Montrond-le-Château	04/06/2016
Doubs (25)	Grotte des Faux-Monnayeurs	Mouthier-Haute-Pierre	30/04/2017
Doubs (25)	Grotte de la Roche Gaillot	Rang	27/12/2016
Doubs (25)	Grotte de Saint-Vit	Saint-Vit	24/09/2016
Doubs (25)	Gouffre de Pourpevelle	Soye	26/12/2017
Doubs (25)	Grotte d'Ouzène	Tarcenay	29/03/2015 et 18/03/17
Haute-Saône (70)	Grotte de l'Église de Combe l'Épine [r]	Calmoutier	24/06/2017
Haute-Saône (70)	Grotte-Mine des Équevillons [r]	Montcey	24/06/2017
Haute-Saône (70)	Perte du Moulin au Maire	Noroy-le-Bourg	24/06/2017
Haute-Saône (70)	Grotte du Carroussel [r]	Port-Sur-Saône	Non étudiée[6]
Jura (39)	Grotte du Dard	Baume-les-Messieurs	21/08/2015 et 25/03/2018
Jura (39)	Caborne de Menouille	Cernon	25/07/2001
Jura (39)	Grotte de Gigny	Gigny Sur Suran	12/08/2015, 20/08/2015 et 10/05/2018
Jura (39)	Grotte de la Balme	La Balme d'Épy	19/08/2015
Jura (39)	Grotte de Gravelle [r]	Macornay	10 et 30/03/2018
Jura (39)	Grotte de Malcheffroy	Macornay	14/09/2016
Jura (39)	Grotte du Vernois	Monnet-la-Ville	25/03/2018
Jura (39)	La Borne aux Cassots	Nevy-sur-Seille	21/07/2008 et 17/08/2015
Jura (39)	Mine d'Ougney-Vitreux	Ougney-Vitreux	20/01/2018 et 03/02/2018
Jura (39)	Rivière de la Baume	Poligny	28/10/2015 et 31/10/2015

[5] Cavités soumises à des réglementations spécifiques ([r])
[6] Cavité soumis à des réglementations spécifiques (APPB), elle sera parcourue en septembre 2018

6. Grotte de Sainte-Catherine (extrait du rapport sur l'inventaire de la faune souterraine de Franche-Comté)

Description : (commune de Laval-le-Prieuré-25)

Concernant cette cavité, d'anciens documents signalent l'existence du porche d'entrée au XVème siècle. Dès 1880, des élèves et professeurs du séminaire de Notre Dame de Consolation explorent les galeries d'entrées, notamment celles où se trouvaient les chauves-souris à l'époque, qu'ils appelèrent « Chambre aux Chauves-souris ». Ils donnèrent aussi son nom à la grotte Sainte-Catherine, en hommage à une religieuse (Bresson, Guillaume & al, 2015).

Des études biospéologiques antérieures existent, notamment celles publiées dans les *Archives de zoologie expérimentale et générale* en 1918 de René Jeannel et Émile-Georges Racovitza. Un texte rédigé par Edmond Sollaud (pages 414-415) fait part d'études antérieures dont il cite, « En 1896 Viré dit avoir récolté à la grotte Sainte-Catherine, dans un petit bassin, un *Asellus cavaticus* » qui est aujourd'hui une synonymie de *Proasellus cavaticus* (Leydig, 1871), (Jeannel & Racovitza, 1918).

Cette cavité développe un réseau de 3 260 mètres de long pour 75 mètres de dénivelé total. Une récolte a été effectuée par Jean-Pierre Villegas et Mouloud Koob le 17 décembre 2017. La visite du 25 mars 2018 a été effectuée par Jean-Pierre Villegas.

Observations : (17/12/2017 et 25/03/2018)

D'autres organismes non mentionnés dans le tableau 3 ont pu être observés tel que des pupes de diptères et des vers nématodes. La collecte effectuée dans cette grotte a permis de trouver, malgré la faible richesse de la faune rencontrée, une espèce de diptère (figure 21) qui avait été citée en France et décrite par Bezzi en 1911, mais sans préciser la localisation. Depuis cette espèce, ainsi que la collection de Bezzi, sont introuvables. C'est donc la première fois que l'espèce *Terrilimosina racovitzai* (Bezzi, 1911), appartenant à la famille des Sphaeroceridae, a été retrouvée en France avec une localisation précise. Cet organisme a été identifié par Phil Withers, spécialiste des diptères.

« J'ai observé au bord du lac, sur de l'argile, […] de tout petits Brachycères noirs, qui, dans leurs mouvements de fuite, décrivent avec une grande rapidité des arcs de cercle à la surface du sol »

– Edmond Sollaud, 1916 –



Figure 21 : *Terrilimosina racovitzai*. Josiane Lips ; Grotte de Sainte-Catherine (FR-25), 17/12/2017. (15505 LIPS)

Tableau 3 : Liste des taxons recensés dans la grotte de Saint-Catherine (FR-25)

Classe - sous classe ou infra classe	Ordre - sous ordre	Famille	*Genre espèce*
Arachnida	Araneae	Linyphiidae	*Porrhomma convexum*
		Nesticidae	*Nesticus cellulanus*
		Tetragnathidae	*Meta menardi*
		spp.	
	Opiliones	Phalangiidae	*Amilenus aurantiacus*
	Palpigradi	sp.	
Arachnida - Acari	Trombidiformes - Prostigmata	Rhagidiidae	sp.
Clitellata - Hirudinea	sp.		
Diplopoda	Polydesmida	sp.	
Gastropoda	spp.		
Hexapoda	Collembola	spp.	
	Diplura	Campodeidae	*Plusiocampa* sp.
Hexapoda - Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	*Quedius mesomelinus*
	Diptera – Brachycera	Sphaeroceridae	*Terrilimosina racovitzai*
	Diptera - Nematocera	Bolitophilidae	sp.
		Culicidae	*Culex pipiens*
		Trichoceridae	sp.
	Lepidoptera	Erebidae	*Scoliopteryx libatrix*
		Geometridae	*Triphosa dubitata*
Malacostraca	Amphipoda	Niphargidae	*Niphargus virei*
		spp.	
	Isopoda	Oniscidae	*Oniscus asellus*
Symphyla	sp.		



Figure 22 : *Porrhomma convexum*, Josiane Lips ; Grotte de Sainte-Catherine (FR-25), 17/12/2017. Vue du dessus et du dessous du même individu (15507 LIPS)

7. Autre



Figure 23 : Damien Vidal remontant le P40, Christophe Bès ; Grotte des « Milles Feuilles », Nistos (FR-65), 22/02/2018

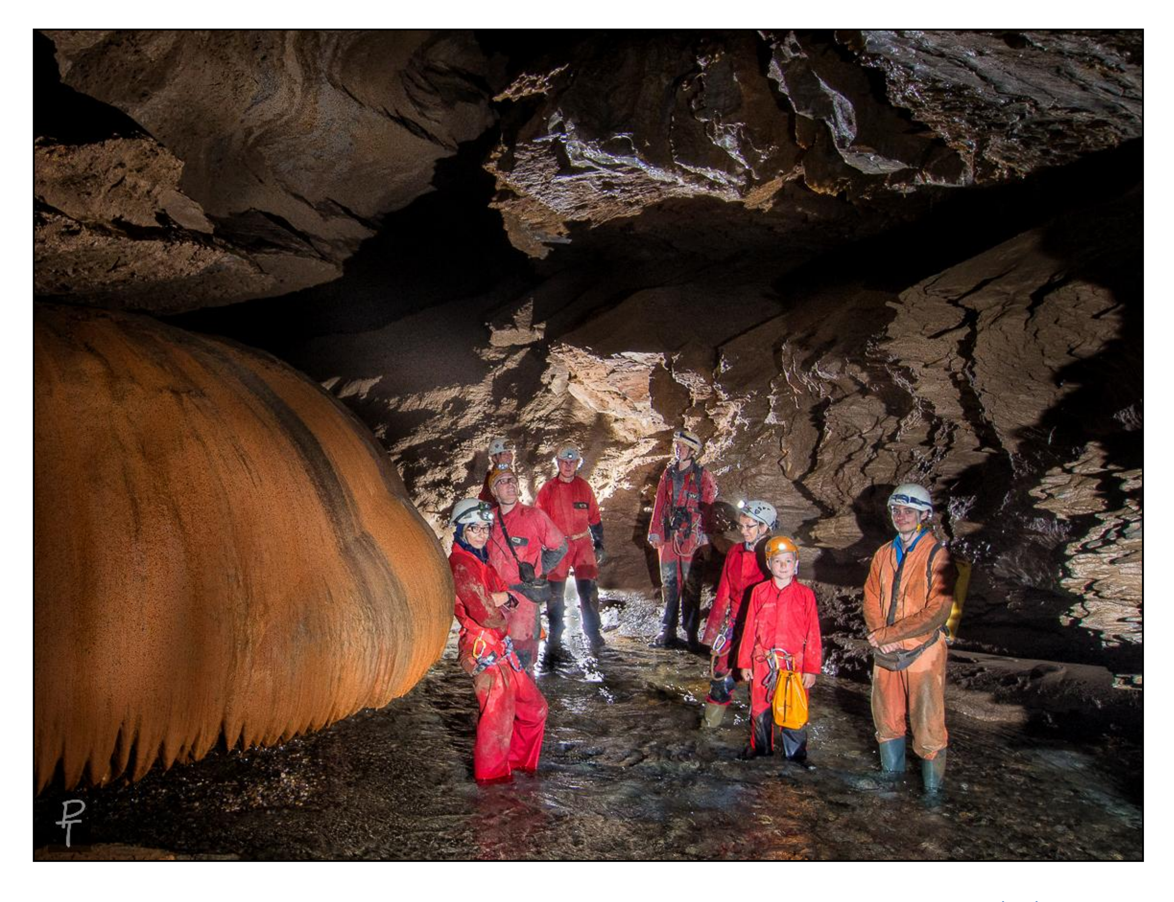


Figure 24 : Stage biospéléologie dans l'Aude, Philippe Tyssandier ; Gouffre de Cabrespine (FR-11), 07/05/2018. Groupe « aval »

Résumé

J'ai effectué mon stage au sein de la Commission scientifique de la Fédération Française de Spéléologie (FFS) dans le cadre de la réalisation d'inventaires de la biodiversité souterraine.

Le Groupe d'Étude de Biospéologie (GEB) est un sous-groupe de la Commission scientifique. Ses membres participent à différents inventaires : certains à la demande du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE) et d'autres de leur propre initiative.

Mon stage consistait à participer à des inventaires de la faune souterraine. Il m'a permis de m'initier à cette discipline, en prenant part au prélèvement et au conditionnement des échantillons, en passant par le tri et les déterminations de la faune invertébrée. Durant cette période j'ai également pu acquérir des connaissances sur le milieu souterrain et les conditions de vie pour la faune y résidant. Enfin, ce stage avait également pour objectif de participer à la finalisation du tri et à la mise en forme des résultats du rapport de l'inventaire de Franche-Comté, ainsi qu'à la conception de diaporamas récapitulatifs.

Mots-clefs : Biospéologie, biodiversité souterraine, invertébré, prélèvements et conditions de vie

Abstract

I did my internship within the scientific committee of the French Federation of Speleology which carries out inventories of underground biodiversity.

The Biospeology Study Group is a sub-group of the scientific commission. Its members take part in different inventories: some are commissioned by the Ecology, the Sustainable Development and the Energy Ministry and the others are personal projects.

My internship was to take part inventories of the subterranean fauna. It allowed me to discover this activities, taking part in sampling and conditioning samples, through sorting and determining invertebrate fauna. During this period I also learnt a lot about the underground environment and living conditions for the wildlife. Last, the internship target was also to take part in the sorting finalization, and writing an inventory report of Franche-Comté, and also creating slideshows to present the results.

Key words : Biospeology, underground biodiversity, invertebrate, samples and living conditions